

Лабораторная работа № 2. «Ввод данных и формул, форматирование, построение диаграмм»

Задание № 1. Создать таблицу «Производительность труда по основным видам деятельности» и построить две диаграммы. Рассчитать значение процентов, как отношение данных 2019 года к данным 2020 году, затем вычислить Среднее, Максимальное и Минимальное количество за эти года.

G3		fx =F3/E3								
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1	Производительность труда по основным видам деятельности (тыс.руб/человек)									
2	№ п/п	Виды деятельности	2016	2017	2018	2019	Отношение 2019 к 2018	Среднее кол. за года	Макс. кол. за года	Мин. кол. за года
3	1	Горнодобывающая промышленность и разработка карьеров	150,1	189,1	192,7	180,8	94%	178,18	192,70	150,10
4	2	Обрабатывающая промышленность	30,3	40,4	50,9	51,8	102%	43,35	51,80	30,30
5	3	Легкая промышленность	7,9	12	12,7	12,1	95%	11,18	12,70	7,90
6	4	Производство продуктов химической промышленности	13	24,4	38	48,3	127%	30,93	48,30	13,00
7	5	Металлургическая промышленность	59,8	68,4	90	87,4	97%	76,40	90,00	59,80
8	6	Машиностроение	7,5	13,4	17,8	17,1	96%	13,95	17,80	7,50
9	7	Строительство	21	35,3	26,5	22,8	86%	26,40	35,30	21,00
10	8	Транспорт	56,1	65,6	94,4	48	51%	66,03	94,40	48,00

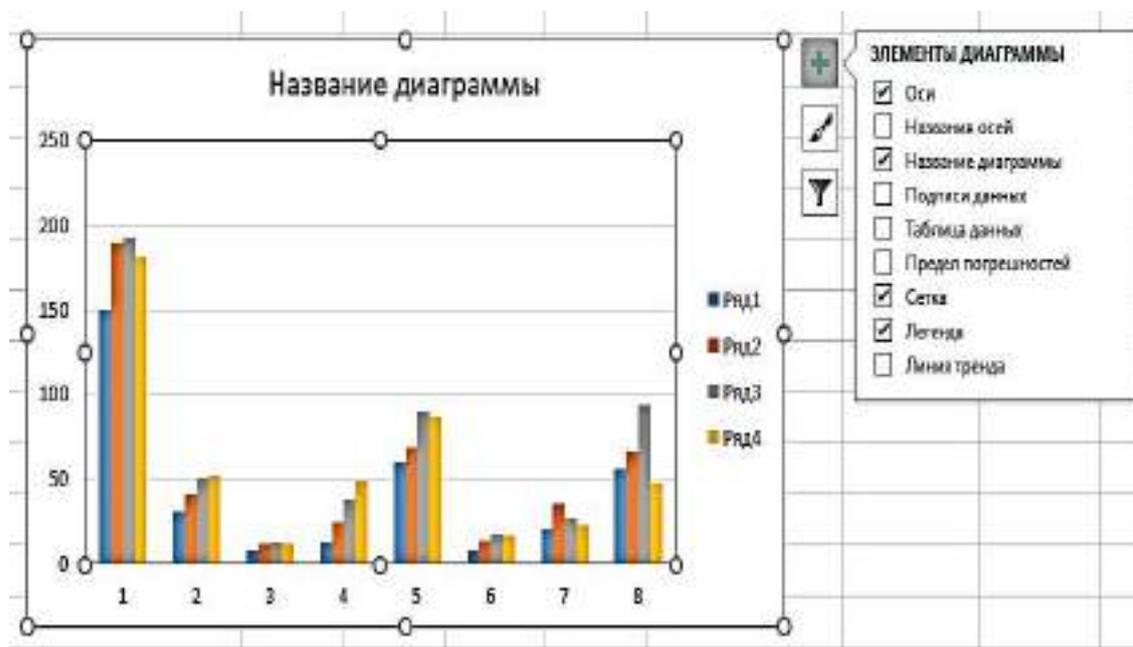
Методические указания

1. Запустите редактор электронных таблиц Microsoft Excel и создайте новую электронную книгу. На **Листе1** создайте таблицу для Задание № 1.

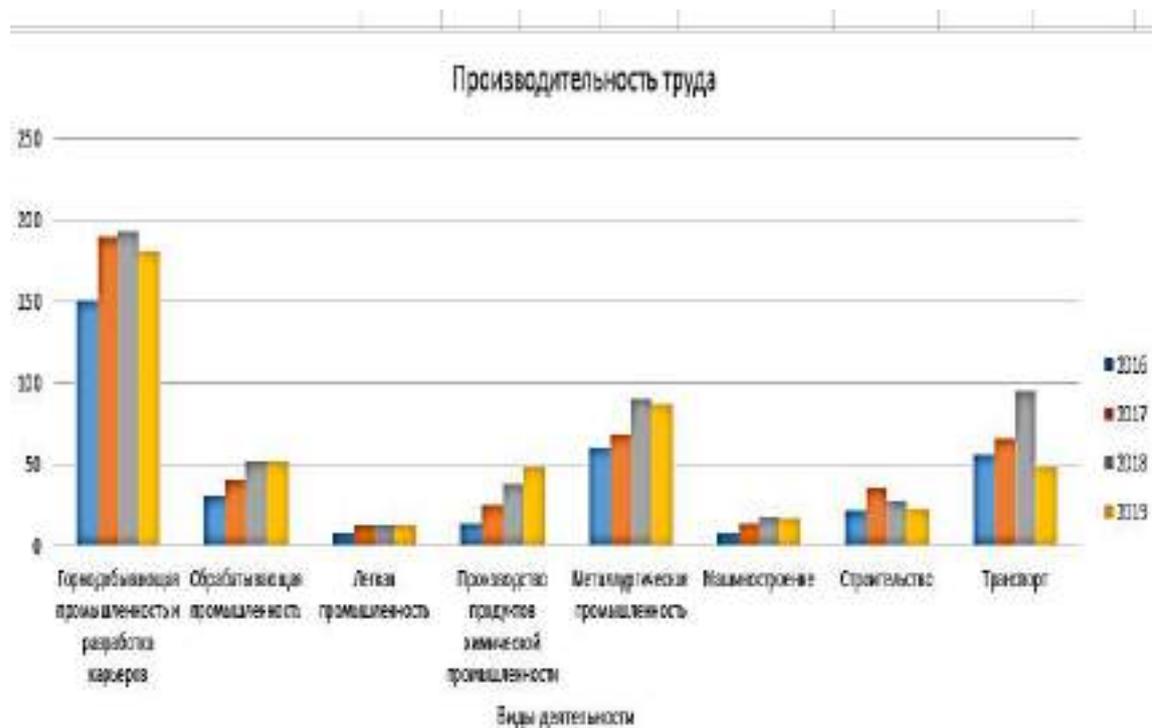
2. Для того, чтобы получить результат в ячейке F3, необходимо поставить знак «=» и в строке формул написать отношение 2019 года к 2018 году (F3/E4), затем при помощи маркера автозаполнения, вертикально протянуть указатель мыши до строки F10.

3. Для того, чтобы вычислить Среднее, Максимальное, Минимальное количество за года, использовать функции: =СРЗНАЧ(), =МАКС(), =МИН().

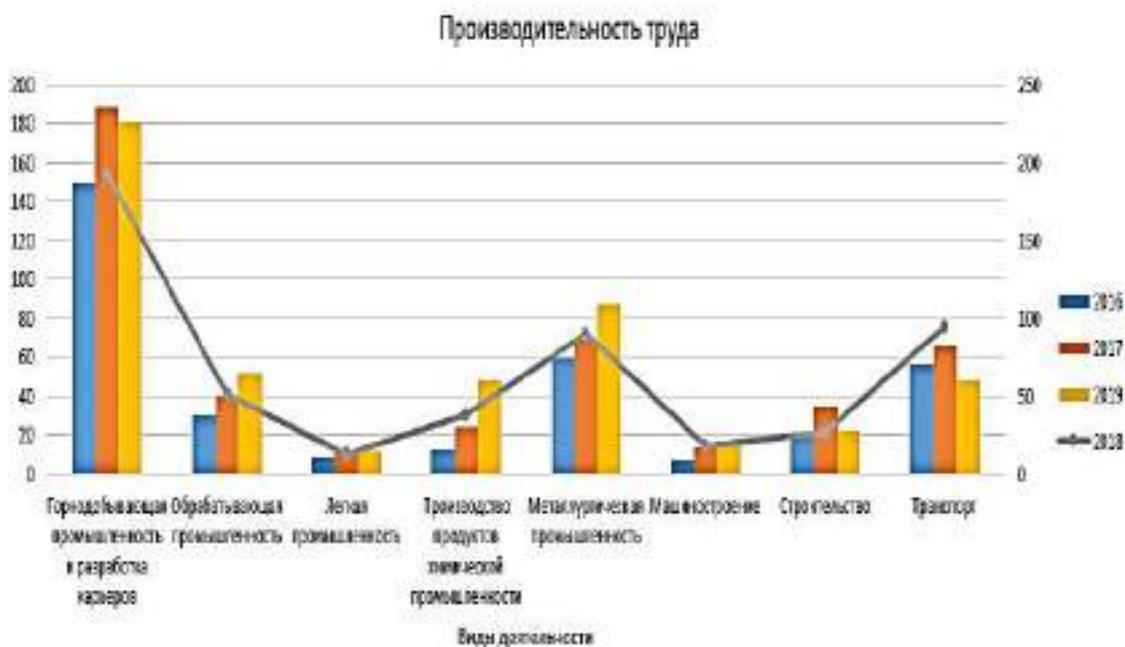
4. Для построения диаграммы 1 выделите ячейки C3:F10, лента инструментов *Вставка – Диаграммы – Гистограмма с группировкой*.



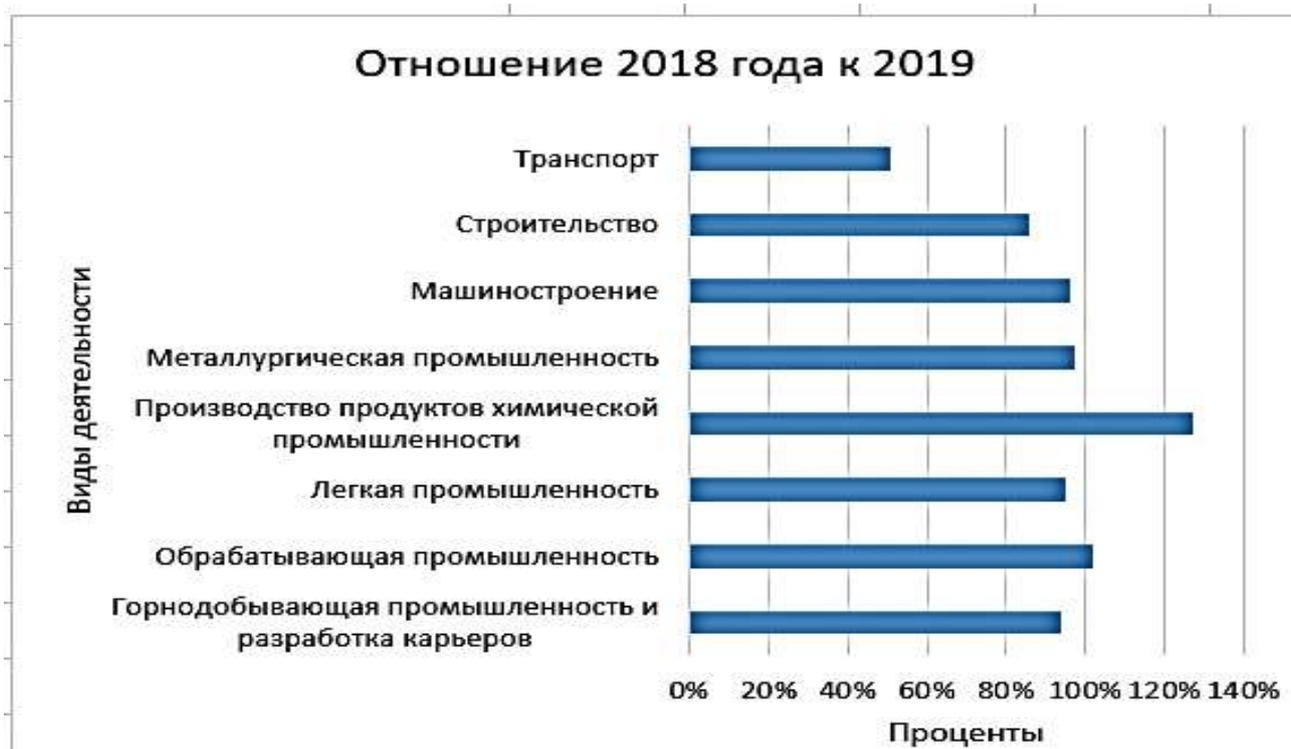
5. При помощи элементов диаграммы, подпишите название осей, название диаграммы, легенды. Для того, чтобы переименовать необходимые названия, используем ленту инструментов – *Работа с диаграммами – Конструктор – Выбрать данные*, добавляем, изменяем, удаляем требуемые названия.



6. ПКМ (правой клавишей мышки) выделите столбик 2018 года. Формат ряда данных – параметры ряда – по вспомогательной оси – изменить тип диаграммы для ряда – выбрать – График с маркерами.



7. Для построения диаграммы 2 выделите ячейки B2:V10, затем нажав кнопку **Ctrl**, выделите ячейки G2:G10, лента инструментов Вставка – Диаграммы – Линейчатая с группировкой.



Задание № 2. Создать таблицу «Выпуск товарной продукции за 2020» и построить две диаграммы. Рассчитать Абсолютное отклонение от плана, Проценты к плану, вычислить Сумму по квартально, и Итого за 4-е квартала.

D4					
	A	B	C	D	E
1	Выпуск товарной продукции за 2020 год				
2	Месяц	План	Факт	Отклонение от плана	
3				абсолютное	% к плану
4	Январь	10000	9000	-1000	90,00%
5	Февраль	20000	20000	0	100,00%
6	Март	30000	32000	2000	106,67%
7	Апрель	15000	20000	5000	133,33%
8	Май	30000	25000	-5000	83,33%
9	Июнь	20000	30000	10000	150,00%
10	Июль	10000	8000	-2000	80,00%
11	Август	15000	12000	-3000	80,00%
12	Сентябрь	20000	25500	5500	127,50%
13	Октябрь	20000	25000	5000	125,00%
14	Ноябрь	30000	35000	5000	116,67%
15	Декабрь	40000	36000	-4000	90,00%
16	Квартал I	60000	61000		
17	Квартал II	65000	75000		
18	Квартал IV	45000	45500		
19	Квартал III	90000	96000		
20	Итого за 4 кварт.	260000	277500		

Методические указания

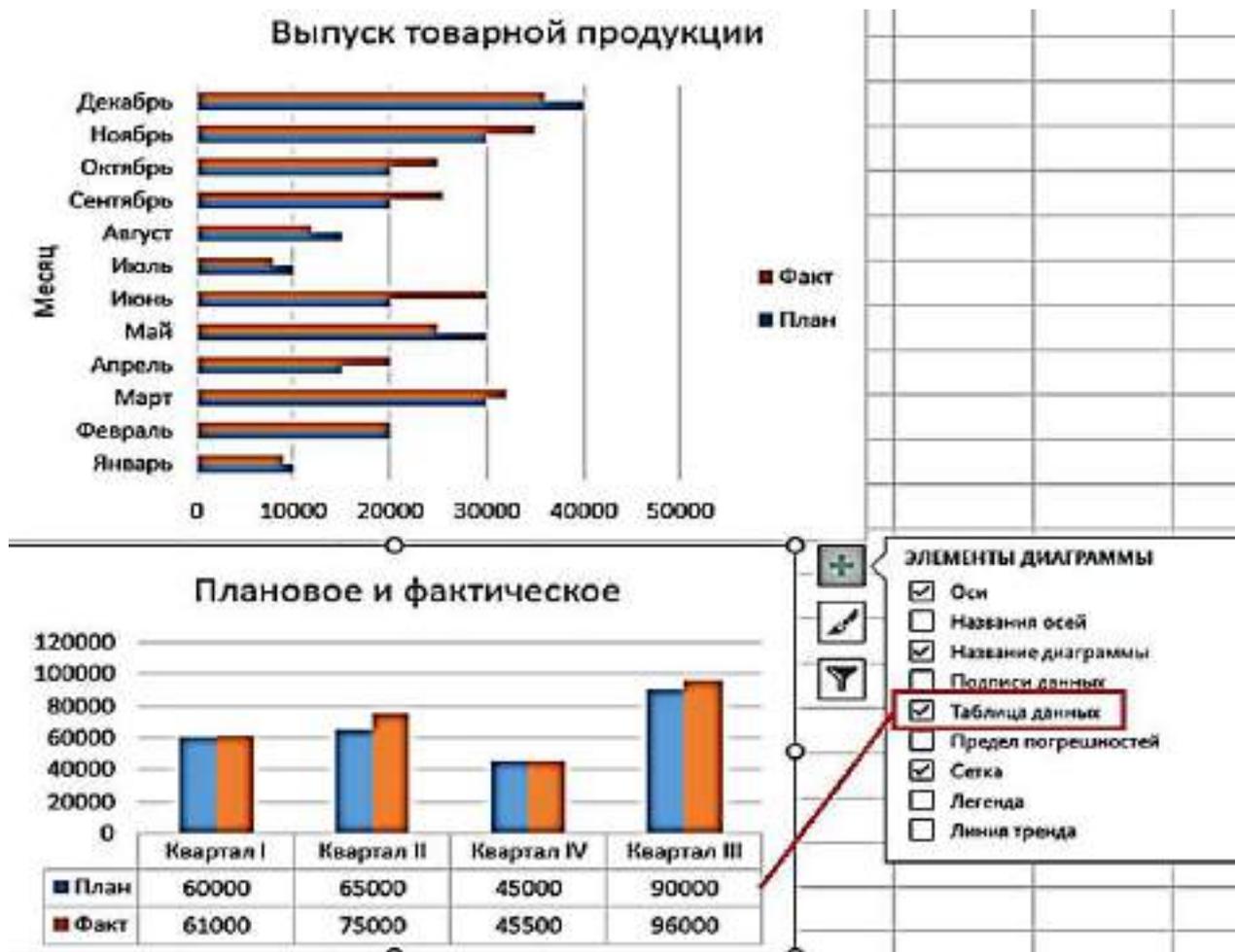
1. На **Листе2** создайте таблицу для второго задания.

2. Для того, чтобы получить результат в ячейке D4, необходимо поставить знак «=» и в строке формул и записать разность «Плановой» к «Фактической» продукции ($=C4-B4$), затем при помощи маркера автозаполнения вертикально протянуть указатель мыши до строки D15.

3. Для того, чтобы вычислить «Процент к плану», в строке формул записать частное «Фактической» деленное на «Плановую» ($=C4/B4$).

4. Для вычисления Суммы за 1-й квартала, использовать функцию: $=СУММ()$, для первых трех месяцев, 2-го квартала – следующих трех месяцев и т. д. Итого за 4-е квартала, это сумма всех четырех кварталов.

5. Для построения диаграммы 1 выделите ячейки A2:C15, лента инструментов *Вставка – Диаграммы – Линейчатая с группировкой*. Знак «Легенды» перенесите справа на лист, подпишите название диаграммы и название осей.



6. Для построения диаграммы 2, выделите ячейки A16:C19, лента инструментов *Вставка – Диаграммы – Гистограмма с группировкой*. Для того, чтобы в гистограмме появилась таблица данных, воспользуйтесь элементами диаграммы.

7. Отформатируйте полученные Гистограммы по образцу, выполненному ранее.

Лабораторная работа № 3. «Знакомство с абсолютной ссылкой, сортировка, фильтрация»

Задание № 1.

1. На рабочем листе MS Excel создайте таблицу «Продажа цифровых камер».

2. Вычислите: Цену USD, Сумму, руб. и Итоговую строку.

3. Создайте фильтр, в котором отображался бы список только цифровых фотокамер модель Canon Digital, скопировать фильтр под основной таблицей. Дать заголовок новой таблице Фильтр по модели «Canon Digital».

4. Сделать сводку по продаже фотокамер «Больше или равно 5 штук». Дать имя «Фильтр продано больше 5 штук».

5. Создать сводку по Цене (Цена руб. $\geq 5\,000$). Скопировать и дать имя «Фильтр по цене, руб.».

6. Создать условное форматирование по столбцу «Сумма, руб.» с градиентной заливкой.

7. Создать гистограмму, отражающую Модель и Сумму.

ПРОДАЖА ЦИФРОВЫХ КАМЕР						
За период:		с	по			
		01.03.2020	01.04.2020	Курс USD:	63,87	
№	Модель цифровой фотокамеры	Продано, шт.	Цена, руб.	Цена, USD	Сумма, руб.	
1	Olympus MJU-400	4	9560,56	149,69	38242,24	
2	Olympus C-5060Z	6	5600,50			
3	Nikon CoolPix 4100	2	7540,90			
4	Nikon CoolPix 3700	1	4350,35			
5	Minolta DiMAGE Z3	8	5210,00			
6	Minolta DiMAGE X50	9	4380,80			
7	HP PhotoSmart 935	6	4870,00			
8	FujiFilm FinePix F410	3	3350,70			
9	FujiFilm FinePix A340	5	4250,00			
10	Canon Digital IXUS500	3	5460,00			
11	Canon Digital IXUS II	12	4500,55			
Итого:		59	59074,36	924,9156	303293,29	

Методические указания

1. На Листе1 создайте таблицу для первого задания.

«Цена в USD» равна частному «Цены в рублях» деленному на «Курс USD» (абсолютный адрес, который выполняется при помощи кнопки F4), затем нажав на маркер автозаполнения, вертикально протянуть до строки E16.

2. «Сумму в рублях» равна произведению «Продано шт.» на значение «Цена, руб.», результат умножить до ячейки F16.

3. Итоговая строка вычисляется при помощи функции – «=СУММ()».

4. Для создания фильтра, в котором будет произведена выборка строк, только цифровых фотокамер модели «Canon Digital», воспользуемся: лентой инструментов – *Данные – Фильтр* – в «шапку» таблицы, к заголовкам добавятся кнопки списка; открыв список, задайте условие.

5	№	Модель цифровой фотокамеры	Продано, шт.	Цена, руб.	Цена, USD
6	1	Olympus MJU-400	4	9560,56	149,69

А↓ Сортировка от А до Я
 Я↓ Сортировка от Я до А
 Сортировка по цвету ▶
 Удалить фильтр из столбца "Модель цифровой ф..."
 Фильтр по цвету ▶
 Текстовые фильтры ▶

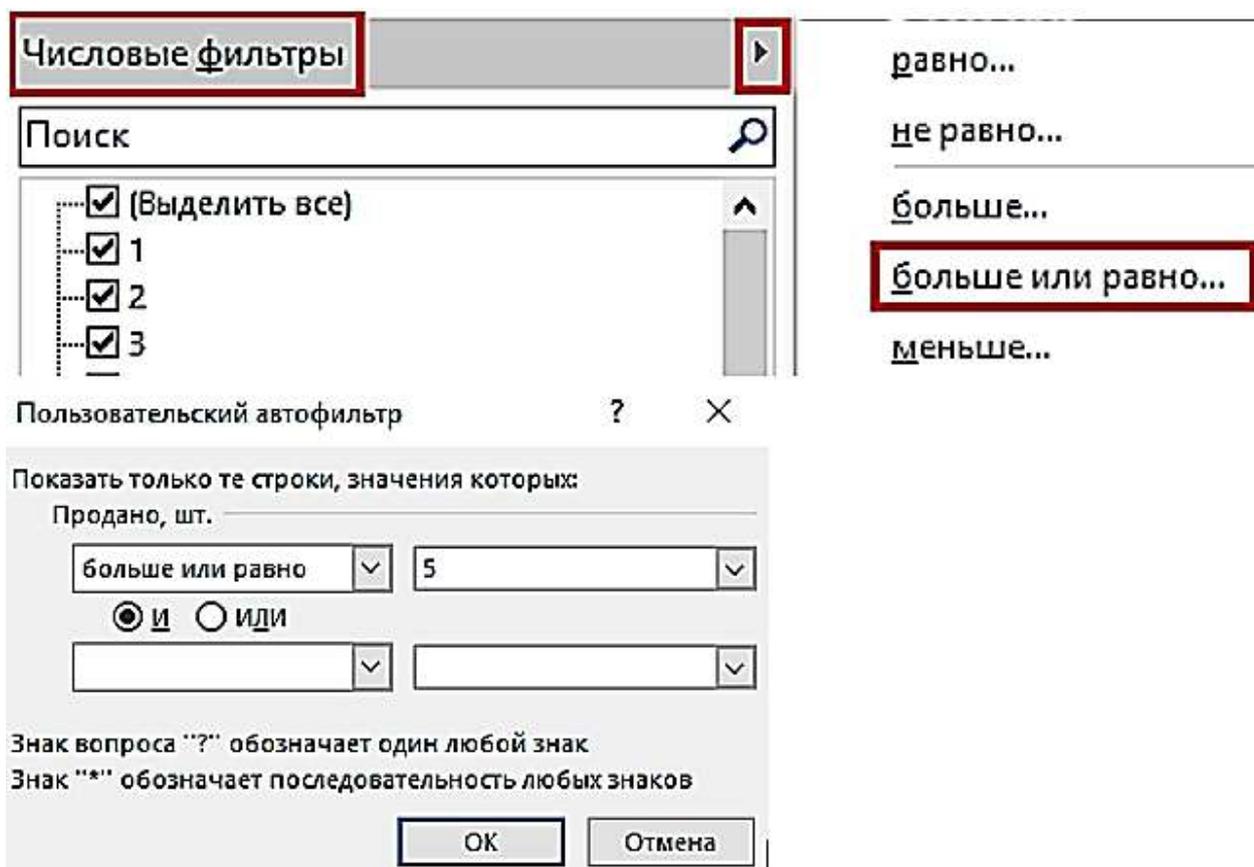
Поиск 🔍

- (Выделить все)
- Canon Digital IXUS II
- Canon Digital IXUS500
- FujiFilm FinePix A340

5. Скопировать фильтр под основной таблицей. Дать заголовок новой таблице «Фильтр по модели «Canon Digital».

19	Фильтр по модели "Canon Digital"					
20	№	Модель цифровой фотокамеры	Продано, шт.	Цена, руб.	Цена, USD	Сумма, руб.
21		Canon Digital IXUS500	3	5460,00	85,49	16380,00
22		Canon Digital IXUS II	12	4500,55		
23		Итого:	15	9960,55	155,9504	70386,6

6. Для создания сводки по продаже фотокамер «Больше или равно 5 штук», воспользуемся лентой инструментов – Данные – Фильтр, выбрать Числовые фильтры.



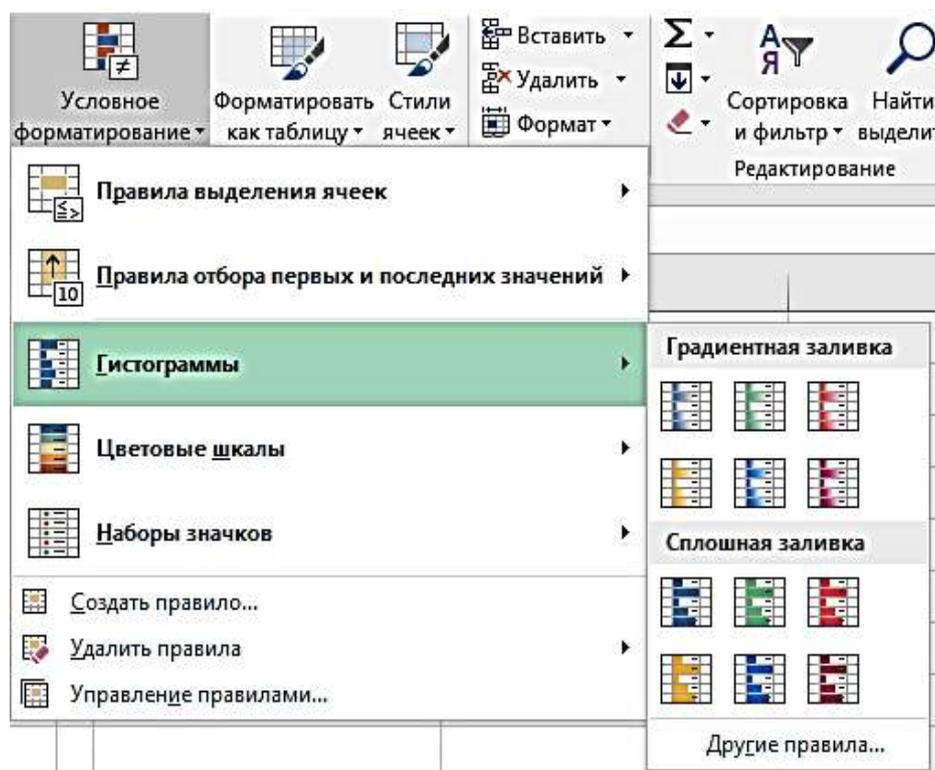
7. Скопировать фильтр ниже. Дать заголовок новой таблице «Фильтр продано больше 5 штук».

8. Для создания сводки по Цене (Цена, руб. $\geq 5\ 000$). Воспользуемся лентой инструментов – *Данные – Фильтр*, выбрать *Числовые фильтры*. Далее скопировать, вписать заголовок новой таблицы «Фильтр по цене, руб.».

	A	B	C	D	E	F
24	«Фильтр продано больше 5 штук»					
25	№	Модель цифровой фотокамеры	Продано, шт.	Цена, руб.	Цена, USD	Сумма, руб.
26		Olympus C-5060Z	6	5600,50	87,69	33603,00
27		Minolta DiMAGE Z3	8	5210,00		
28		Minolta DiMAGE X50	9	4380,80		
29		HP PhotoSmart 935	6	4870,00		
30		FujiFilm FinePix A340	5	4250,00		
31		Canon Digital IXUS II	12	4500,55		
32		Итого:	46	28811,85	451,1015	219186,8

33	«Фильтр по цене, руб.»					
34	№	Модель цифровой фотокамеры	Продано, шт.	Цена, руб.	Цена, USD	Сумма, руб.
35		Olympus MJU-400	4	9560,56	149,69	38242,24
36		Olympus C-5060Z	6	5600,50		
37		Nikon CoolPix 4100	2	7540,90		
38		Minolta DiMAGE Z3	8	5210,00		
39		Canon Digital IXUS500	3	5460,00		
40		Итого:	23	33371,96	522,4982	144987,04

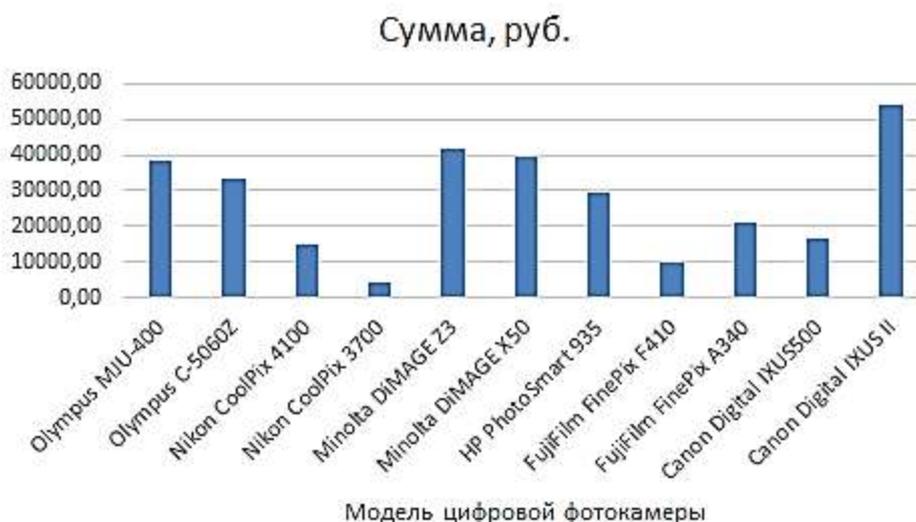
9. Для создания условного форматирования по столбцу «Сумма руб.» с градиентной заливкой, воспользуемся лентой инструментов – Главная – Условное форматирование – Гистограммы – Градиентная заливка.



10. Скопировать фильтр ниже. Дать заголовок новой таблице «Условное форматирование по сумме, руб.».

41	«Условное форматирование по сумме, руб.»					
42	№	Модель цифровой фотокамеры	Продано, шт.	Цена, руб.	Цена, USD	Сумма, руб.
43	1	Olympus MJU-400	4	9560,56	149,69	38242,24
44	2	Olympus C-5060Z	6	5600,50	87,69	33603,00
45	3	Nikon CoolPix 4100	2	7540,90	118,07	15081,80
46	4	Nikon CoolPix 3700	1	4350,35	68,11	4350,35
47	5	Minolta DiMAGE Z3	8	5210,00	81,57	41680,00
48	6	Minolta DiMAGE X50	9	4380,80	68,59	39427,20
49	7	HP PhotoSmart 935	6	4870,00	76,25	29220,00
50	8	FujiFilm FinePix F410	3	3350,70	52,46	10052,10
51	9	FujiFilm FinePix A340	5	4250,00	66,54	21250,00
52	10	Canon Digital IXUS500	3	5460,00	85,49	16380,00
53	11	Canon Digital IXUS II	12	4500,55	70,46	54006,60
54	Итого:		59	59074,36	924,9156	303293,29

11. Создаем гистограмму, отражающую Модель и Сумму.



Задание № 2. Самостоятельно, на **Листе2** и **3** выполнить работу.

1. Создать таблицу. Вычислить: Цена за книгу (\$), Сумма (руб.), Сумма (\$), Сумма (€) и Итоговую строку.

2. Скопировать вычисленную таблицу на **Лист3** и выполнить работу на этом листе.

3. Создать фильтр, в котором отображался бы список только покупателей из г. Екатеринбург и скопировать фильтр под основной таблицей. Дать заголовок новой таблице «Фильтр по г. Екатеринбург».

4. Создать фильтр, в котором отображался бы список всех покупателей, принявших участие в торгах до 30.08, скопировать этот фильтр под предыдущим. Дать имя таблице «Фильтр по дате».

5. Сделать сводку по продаже книги № 3. Дать имя «Фильтр по книге № 3».

6. Создать сводку клиентов, сделавших самые большие закупки (Сумма (руб.) > 100 000). Скопировать и дать имя «Фильтр по сумме».

7. Отсортировать таблицу по Алфавиту городов, и, в свою очередь, каждый город отфильтровать по Дате.

8. Создать условное форматирование столбца "Сумма" по принципу: если Сумма (руб.) >100000, то цвет шрифта красный, а цвет фона жёлтый.

Город	Дата	№ книги	Покупатель	Цена за книгу (руб.)	Цена за книгу (\$)	Продажа	Сумма (руб.)	Сумма (\$)	Сумма (€)
Североуральск	07.ноя	2	205	2500,00		200			
Екатеринбург	16.ноя	5	385	400,00		150			
Красногвардейск	25.ноя	3	499	3000,00		320			
Пышма	03.явг	14	93	2100,00		45			
Екатеринбург	12.явг	1	463	520,00		191			
Среднеуральск	21.явг	6	221	560,00		56			
Североуральск	30.явг	8	205	3500,00		78			
Пышма	08.сен	5	174	230,00		210			
Екатеринбург	17.сен	4	278	800,00		178			
Среднеуральск	26.сен	3	93	360,00		600			
Екатеринбург	05.окт	7	145	256,00		520			
Среднеуральск	14.окт	8	153	180,00		460			
Екатеринбург	23.окт	1	358	634,00		69			
Итого:				15040,00	236,85	3077,00	2684546,00	42276,31	37704,30

Лабораторная работа № 4. «Функция ЕСЛИ, промежуточный итог, сводная таблица и абсолютная ссылка»

Задание № 1. Создать таблицу «Оплата проживания в гостинице «Екатеринбург» и построить две диаграммы. Рассчитать оплату проживания, скидку с условием:

- а) если количество дней проживания больше 5, то скидка 5 %;
- б) если количество дней проживания больше или равно 8, то скидка 10 %, а если количество дней проживания больше или равно

12, то скидка 12 %, иначе 0. Вычислить оплату со скидкой и оплату со скидкой в долларах.

Оплата проживания в гостинице "Екатеринбург"								
Оплата за сутки, руб		2100		Если количество дней больше 5, то скидка 5%				
№	Фамилия	Имя	Отчество	Количество дней	Оплата проживания	Скидка	Оплата со скидкой	
1	Забродский	Иван	Миронович	1				
2	Акуратнова	Наталья	Сергеевна	9				
3	Боровская	Ирина	Николаевна	2				
4	Гара	Любовь	Витальевна	6				
5	Гарнович	Галина	Михайловна	12				
6	Героник	Наталья	Васильевна	8				
7	Езерский	Виктор	Иванович	15				
8	Кантин	Алексей	Станиславович	2				
9	Каратова	Людмила	Васильевна	10				
Итого					136500	6300	142800	
Среднее					15166,67	700,00	15866,67	

Методические указания

1. На листе1 создайте таблицу для первого задания.

2. Для того, чтобы получить результат в ячейке F4, необходимо поставить знак «=» и в строке формул записать произведение «Количества дней на оплату за сутки» на ячейку C2, сделав адрес этой ячейки с абсолютной ссылкой (=E4*\$C\$2), затем при помощи маркера автозаполнения, указатель мыши вертикально протянуть вниз до строки F12.

3. Для того, чтобы вычислить Скидку, воспользуемся функцией =ЕСЛИ().

Аргументы функции

ЕСЛИ

Лог_выражение	E4>=5	=	ЛОЖЬ
Значение_если_истина	F4*5/100	=	105
Значение_если_ложь	0	=	0

4. Для того, чтобы вычислить Оплату со скидкой, используем Сумму оплаты проживания и Скидки.

5. Снизу таблицы вычислите Итоговую строку и Среднее.

6. Скопировать таблицу ниже. Вписать в ячейку F17 Курс доллара, добавить и вычислить столбец «Оплата со скидкой в долларах».

Оплата проживания в гостинице "Екатеринбург"									
Оплата за суточ. руб					Курс доллара				
2100					63,87				
№	Фамилия	Имя	Отчество	Количество дней	Оплата проживания	Скидка	Оплата со скидкой	Оплата со скидкой в долларах	
1	Забродский	Иван	Мировнович	1	2100	0	2100	32,88	
2	Аксуритцова	Наталья	Сергеевна	9	18900	1890	20790	325,80	
3	Боровская	Ирина	Николаевна	2	4200	0	4200	65,76	
4	Гара	Любовь	Витальевна	6	12600	0	12600	197,28	
5	Гарнович	Галина	Михайловна	12	25200	3024	28224	441,90	
6	Герошич	Наталья	Васильевна	8	16800	1680	18480	289,34	
7	Езерский	Виктор	Иванович	15	31500	3780	35280	552,37	
8	Клентин	Алексей	Станиславович	2	4200	0	4200	65,76	
9	Карицова	Любовля	Васильевна	10	21000	2100	23100	361,67	
Итого					136500	12474	148974		
Среднее					15166,67	1386,00	16552,67		

7. Изменить условие: если количество дней больше или равно 12, то скидка 12 %, а если больше или равно 8 дням – скидка 10 %, иначе 0.

Аргументы функции

ЕСЛИ

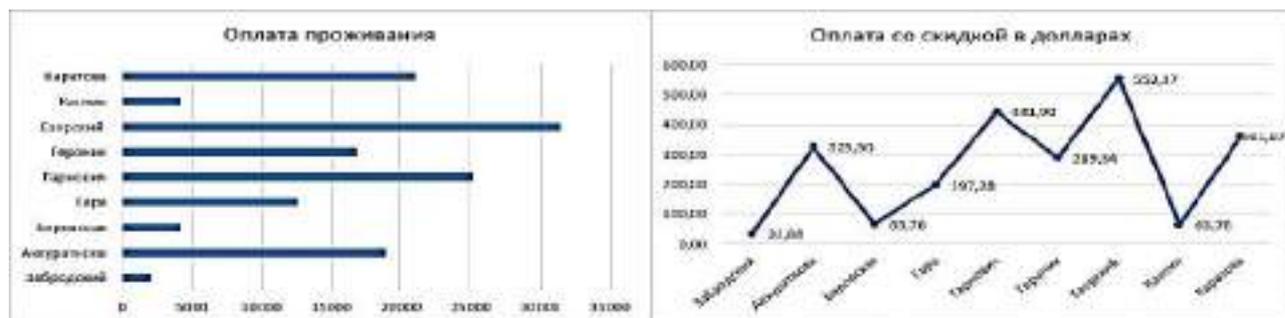
Лог_выражение: E19 >= 12 = ЛОЖЬ
 Значение_если_истина: F19 * 12 / 100 = 252
 Значение_если_ложь: 0

ЕСЛИ

Лог_выражение: E19 >= 8 = ЛОЖЬ
 Значение_если_истина: F19 * 10 / 100 = 210
 Значение_если_ложь: 0

8. Оплату со Скидкой и Скидкой в долларах вычислить самостоятельно.

9. Построить диаграммы.



Задание № 2. Создайте таблицу «Табель начисления заработной платы». Вычислите зарплату: Всего начислено, Удержанную и К выдаче. Рассчитать доход: Максимальный, Минимальный и Средний. Построить диаграммы.

Методические указания

1. Для второго задания на **Листе2** создайте таблицу расчета заработной платы по образцу. Введите исходные данные – «Табельный номер», «ФИО» и «Оклад», «% Премии = 27 %», «% Удержания = 13 %».

2. Выделите отдельные ячейки для значений «% Премии» (D4) и «% Удержания» (F4).

ТАБЕЛЬ НАЧИСЛЕНИЯ ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЫ							
ЗА ОКТЯБРЬ 2020							
Табельный номер	Фамилия И. О.	Оклад (руб.)	Премия (руб.)	Всего начислено (руб.)	Удержанная (руб.)	К выдаче (руб.)	
			27%		13%		
112	Алешин В. Д.	18700,00					
113	Берестов И.В.	19050,00					
102	Волкова С. Г.	15200,00					
103	Гришина В. Д.	15500,00					
104	Дюкин С. Р.	15900,00					
106	Егоркина К. С.	16600,00					
105	Ершова Е. А.	16250,00					
107	Жуков А. В.	16950,00					
108	Зими́на В. Б.	17300,00					
109	Имошин Ю. Д.	17650,00					
110	Кутепова М. С.	18000,00					
111	Липов Д. П.	18350,00					
100	Петров П.П.	14500,00					
101	Якунин П. Т.	14850,00					
	Всего:	234800,00	63396,00	298196,00	38765,48	259430,52	
	Максимальный доход:	19050,00					
	Минимальный доход:	14500,00					
	Средний доход:	16771,43					

3. Переименуйте ярлычок **Листа2**, присвоив ему имя «**Октябрь**». Для этого дважды щелкните мышью по ярлычку и наберите новое имя.

4. Произведите расчеты во всех столбцах таблицы.

5. «Премия» = «Оклад» * «% Премии» (ячейка D4 используется в виде абсолютной адресации F4); «Всего начислено» = «Оклад» + «Премия»; «Удержание» = «Всего начислено» * «% Удержания» (ячейка F4 используется в виде абсолютной адресации F4); «К выдаче» = «Всего начислено» – «Удержания»;

6. Рассчитайте Итоги по столбцам, а также Максимальный, Минимальный и Средний доходы.

7. Постройте гистограмму.



8. Скопируйте содержимое листа «**Октябрь**» на новый лист, присвойте скопированному листу название «**Ноябрь**». Исправьте название месяца в названии таблицы. Измените значение «Премии» на 32 %. Убедитесь, что программа произвела пересчет формул.

9. Между колонками «Премия» и «Всего начислено» вставьте новую колонку «Доплата» (*Вставка/Столбец*) и рассчитайте значение доплаты по формуле «Доплата» = «Оклад» * «% Доплаты». Значение Доплаты примите равным 5 %.

10. Измените формулу для расчета значений колонки «Всего начислено», «Всего начислено» = «Оклад» + «Премия» + «Доплата».

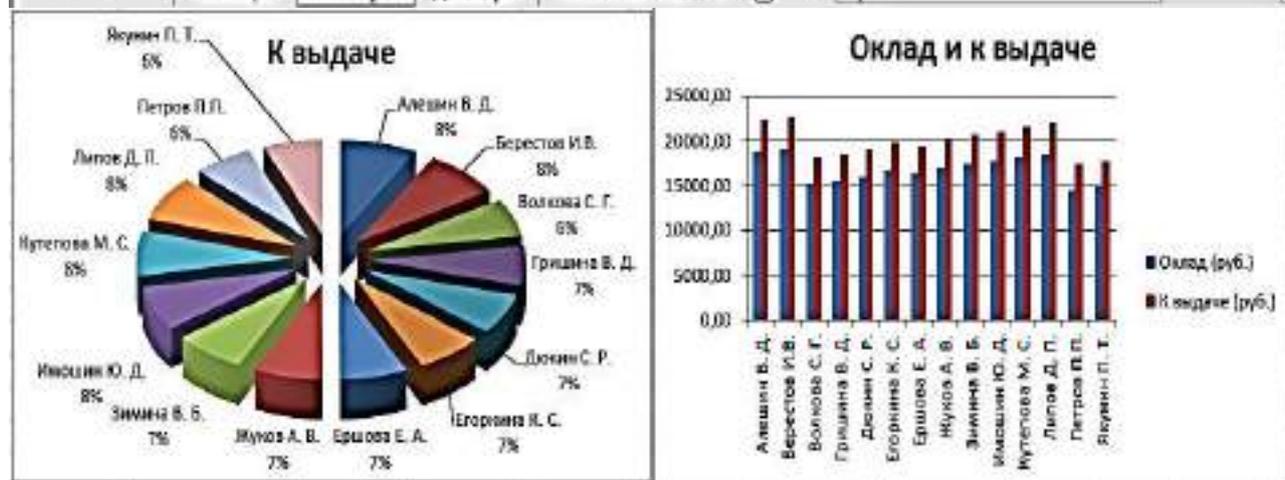
11. Проведите условное форматирование значений колонки «К выдаче». Установите формат *Правила выделения ячеек – больше – 20000 – Зеленая заливка и темно зеленый цвет*.

12. Затем проведите сортировку фамилий по возрастанию в алфавитном порядке по колонке «Фамилия И. О.» (выделите диапазон с 5 по 18 строки таблицы – без Итогов, выберите меню *Данные/Сортировка, сортировать по – Столбец В*).

13. Построить круговую объемную диаграмму Начисленной суммы к выдаче всех сотрудников за Ноябрь месяц.

14. Построить гистограмму, в которой отражены Ф. И. О., Оклад и к выдаче за ноябрь.

ТАБЕЛЬ НАЧИСЛЕНИЯ ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЫ							
ЗА НОЯБРЬ 2020							
Табельный номер	Фамилия И. О.	Оклад (руб.)	Премия (руб.)	Доплата	Всего начислено (руб.)	Удержанная (руб.)	К выдаче (руб.)
			32%	5%		13%	
112	Алешин В. Д.	18700,00	5984,00	935,00	25619,00	3330,47	22288,53
113	Берестов И.В.	19050,00	6096,00	952,50	26098,50	3392,81	22705,70
102	Волкова С. Г.	15200,00	4864,00	760,00	20824,00	2707,12	18116,88
103	Гришина В. Д.	15500,00	4960,00	775,00	21235,00	2760,55	18474,45
104	Дюкин С. Р.	15900,00	5088,00	795,00	21783,00	2831,79	18951,21
106	Егоркина К. С.	16600,00	5312,00	830,00	22742,00	2956,46	19785,54
105	Ершова Е. А.	16250,00	5200,00	812,50	22262,50	2894,13	19368,38
107	Жуков А. В.	16950,00	5424,00	847,50	23221,50	3018,80	20202,71
108	Зимина В. Б.	17300,00	5536,00	865,00	23701,00	3081,13	20619,87
109	Имошин Ю. Д.	17650,00	5648,00	882,50	24180,50	3143,47	21037,04
110	Кутелова М. С.	18000,00	5760,00	900,00	24660,00	3205,80	21454,20
111	Липов Д. П.	18350,00	5872,00	917,50	25139,50	3268,14	21871,37
100	Петров П.П.	14500,00	4640,00	725,00	19865,00	2582,45	17282,55
101	Якунин П. Т.	14850,00	4752,00	742,50	20344,50	2644,79	17699,72
	Всего:	234800,00	75136,00	11740,00	321676,00	41817,88	279858,12
	Максимальный доход:	19050,00					
	Минимальный доход:	14500,00					
	Средний доход:	16771,43					



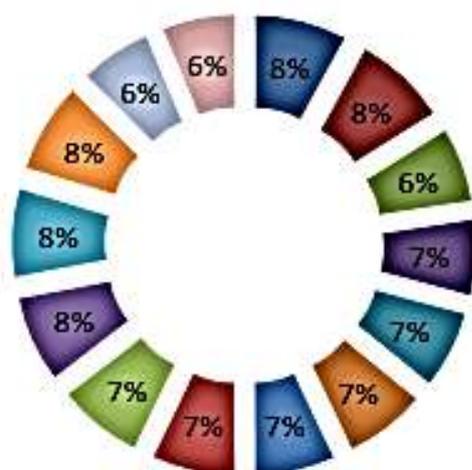
15. Рассчитать Зарплату за декабрь и построить диаграмму. Создать Итоговую таблицу ведомости квартального начисления заработной платы, провести расчет Промежуточных итогов по подразделениям. Для этого, скопируйте содержимое листа «Ноябрь» на новый лист электронной книги, присвойте скопированному листу

название «Декабрь». Исправьте название месяца в ведомости на «Декабрь».

16. Измените значение «Премии на 46 %», «Доплаты – на 8 %». Убедитесь, что программа произвела пересчет формул.

ТАБЕЛЬ НАЧИСЛЕНИЯ ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЫ							
ЗА ДЕКАБРЬ 2020							
Табельный номер	фамилия И. О.	Оклад (руб.)	Премия (руб.)	Доплата	Всего начислено (руб.)	Удержанная (руб.)	К выдаче (руб.)
			46%	8%		13%	
112	Алешин В. Д.	18700,00	8602,00	1496,00	28798,00	3743,74	25054,26
113	Берестов И.В.	19050,00	8763,00	1524,00	29337,00	3813,81	25523,19
102	Волкова С. Г.	15200,00	6992,00	1216,00	23408,00	3043,04	20364,96
103	Гришина В. Д.	15500,00	7130,00	1240,00	23870,00	3103,10	20766,90
104	Дюкин С. Р.	15900,00	7314,00	1272,00	24486,00	3183,18	21302,82
106	Егоркина К. С.	16600,00	7636,00	1328,00	25564,00	3323,32	22240,68
105	Ершова Е. А.	16250,00	7475,00	1300,00	25025,00	3253,25	21771,75
107	Жуков А. В.	16950,00	7797,00	1356,00	26103,00	3393,39	22709,61
108	Зими́на В. Б.	17300,00	7958,00	1384,00	26642,00	3463,46	23178,54
109	Имошин Ю. Д.	17650,00	8119,00	1412,00	27181,00	3533,53	23647,47
110	Кутелова М. С.	18000,00	8280,00	1440,00	27720,00	3603,60	24116,40
111	Липов Д. П.	18350,00	8441,00	1468,00	28259,00	3673,67	24585,33
100	Петров П.П.	14500,00	6670,00	1160,00	22330,00	2902,90	19427,10
101	Якунин П. Т.	14850,00	6831,00	1188,00	22869,00	2972,97	19896,03
	Всего:	234800,00	108008,00	18784,00	361592,00	47006,96	314585,04
	Максимальный доход:	19050,00					
	Минимальный доход:	14500,00					
	Средний доход:	16771,43					

Всего начислено за декабрь



- Алешин В. Д.
- Берестов И.В.
- Волкова С. Г.
- Гришина В. Д.
- Дюкин С. Р.
- Егоркина К. С.
- Ершова Е. А.
- Жуков А. В.
- Зими́на В. Б.
- Имошин Ю. Д.
- Кутелова М. С.
- Липов Д. П.
- Петров П.П.
- Якунин П. Т.

17. Перед расчетом Итоговых данных за квартал проведите сортировку по Фамилиям в алфавитном порядке (по возрастанию) в ведомостях начисления зарплаты за «Октябрь» – «Декабрь».

18. Скопируйте содержимое листа «Октябрь» на новый лист, присвойте скопированному листу название «Итоги за квартал». Измените название таблицы на «Табель начисления заработной платы за 4-ый квартал».

19. Отредактируйте лист «Итоги за квартал» согласно образцу. Для этого удалите в основной таблице колонку «Премия», а также строку 4 с численными значениями «% Премии» и «% Удержания» и строку 19 «Всего». Удалите также строки с расчетом Максимального, Минимального и Среднего доходов под основной таблицей. Вставьте пустую третью строку.

20. Вставьте новый столбец «Подразделение» (Вставка/Столбец) между столбцами «Фамилия» и «Всего начислено». Заполните столбец «Подразделение» данными по образцу.

ВЕДОМОСТЬ НАЧИСЛЕНИЯ ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЫ							
Ведомость начисления заработной платы за 4 квартал							
Табельный номер	Фамилия И. О.	Оклад (руб.)	Подразделение	Всего начислено (руб.)	Удержанная (руб.)	К выдаче (руб.)	
112	Алешин В. Д.	18700,00	Отдел менеджмента	78166,00	10161,58	68004,42	
113	Берестов И.В.	19050,00	Отдел менеджмента	79629,00	10351,77	69277,23	
102	Волкова С. Г.	15200,00	Отдел менеджмента	63536,00	8259,68	55276,32	
103	Гришина В. Д.	15500,00	Бухгалтерия	64790,00	8422,70	56367,30	
104	Дюкин С. Р.	15900,00	Отдел реализации	66462,00	8640,06	57821,94	
106	Егоркина К. С.	16600,00	Отдел реализации	69388,00	9020,44	60367,56	
105	Ершова Е. А.	16250,00	Отдел менеджмента	67925,00	8830,25	59094,75	
107	Жуков А. В.	16950,00	Отдел менеджмента	70851,00	9210,63	61640,37	
108	Зимина В. Б.	17300,00	Бухгалтерия	72314,00	9400,82	62913,18	
109	Имошин Ю. Д.	17650,00	Отдел реализации	73777,00	9591,01	64185,99	
110	Кутелова М. С.	18000,00	Отдел менеджмента	75240,00	9781,20	65458,80	
111	Липов Д. П.	18350,00	Бухгалтерия	76703,00	9971,39	66731,61	
100	Петров П.П.	14500,00	Отдел реализации	60610,00	7879,30	52730,70	
101	Якунин П. Т.	14850,00	Отдел реализации	62073,00	8069,49	54003,51	
	Всего:	234800,00					

21. Произведите расчет Квартальных начислений, Удержаний и Суммы к выдаче, как Сумму начислений за каждый месяц (данные по месяцам располагаются на разных листах электронной книги, поэтому к адресу ячейки добавится адрес листа).

Краткая справка. Чтобы вставить в формулу адрес или диапазон ячеек с другого листа, следует во время ввода формулы щелкнуть по закладке этого листа и выделить на нем нужные ячейки. Вставляемый адрес будет содержать название этого листа.

В ячейке D5 для расчета квартальных начислений «Всего начислено» формула имеет вид:

= 'Зарплата декабрь'!F5 + 'Зарплата ноябрь'!F5 + 'Зарплата октябрь'!E5.

Аналогично произведите квартальный расчет «Удержания» и «К выдаче».

22. Отсортируйте данные по подразделению.

23. Скопируйте содержимое листа «Итоги за 4-й квартал» на новый лист электронной книги, присвойте скопированному листу название «Промежуточные итоги».

24. Подведите Промежуточные итоги по подразделениям, используя формулу суммирования. Для этого, добавьте пустую строку перед таблицей, выделите всю таблицу и выполните команду *Данные/Итоги*. Задайте параметры подсчета Промежуточных итогов: при каждом изменении в — «Подразделение», операция – «Сумма», добавить итоги по «Всего начислено», «Удержания», «К выдаче».

Отметьте галочкой операции «Заменить текущие итоги» и «Итоги под данными»

Табельный номер	Фамилия И. О.	Склад (руб.)	Подразделение	Всего начислено (руб.)	Удержанная (руб.)	К выдаче (руб.)
103	Гришина В. Д.	15500,00	Бухгалтерия	64790,00	8422,70	56367,30
108	Зимица В. Б.	17300,00	Бухгалтерия	72314,00	9400,82	62913,18
111	Липов Д. П.	18350,00	Бухгалтерия	76703,00	9971,39	66731,61
			Бухгалтерия Итого	213807,00	27794,91	186012,09
112	Алешин В. Д.	18700,00	Отдел менеджмента	79166,00	10161,59	69004,42
113	Берестов И. В.	19050,00	Отдел менеджмента	79629,00	10351,77	69277,23
102	Волкова С. Г.	15200,00	Отдел менеджмента	63536,00	8259,68	55276,32
105	Ершова Е. А.	16250,00	Отдел менеджмента	67925,00	8830,25	59094,75
107	Жуков А. В.	16950,00	Отдел менеджмента	70851,00	9210,63	61640,37
110	Кутяпова М. С.	18000,00	Отдел менеджмента	75240,00	9781,20	65458,80
			Отдел менеджмента Итого	435347,00	56595,11	378751,89
104	Дюкин С. Р.	15900,00	Отдел реализации	66462,00	8640,06	57821,94
106	Егоркина К. С.	16600,00	Отдел реализации	69388,00	9020,44	60367,56
109	Имощин Ю. Д.	17650,00	Отдел реализации	72777,00	9591,01	63185,99
100	Петров П. П.	14500,00	Отдел реализации	60610,00	7879,30	52730,70
101	Якунин П. Т.	14850,00	Отдел реализации	62073,00	8069,49	54003,51
			Отдел реализации Итого	332310,00	43200,30	289109,70
			Общий итог	981464,00	127590,32	853873,68
	Всего	234800,00				

25. Скопируйте содержимое листа «Итоги за 4-ый квартал» на новый лист электронной книги, присвойте скопированному листу название «Сводная таблица». Для этого, выделите в таблице ячейки с адресом А5 по G17, затем *Вставка – Сводная таблица*, выберите поля для добавления в отчет.

Выберите поля для добавления в отчет:

- Табельный номер
- Фамилия И. О.**
- Оклад (руб.)
- Подразделение**
- Всего начислено (руб.)
- Удержанная (руб.)
- К выдаче (руб.)**

Перетащите поля между указанными ниже областями:

 Фильтр отчета	 Названия столбцов
<input type="text"/>	<input type="text" value="Подразделение"/>
 Названия строк	 Значения
<input type="text" value="Фамилия И. О."/>	<input type="text" value="Сумма по полю К..."/>

Отложить обновление макета

	A	B	C	D	E
1					
2					
3	Сумма по полю К выдаче (руб.)	Подразделение			
4	Фамилия И. О.	Бухгалтерия	Отдел менеджмента	Отдел реализации	Общий итог
5	Алешин В. Д.		68004,42		68004,42
6	Берестов И.В.		69277,23		69277,23
7	Волкова С. Г.		55276,32		55276,32
8	Гришина В. Д.	56367,3			56367,3
9	Дюкин С. Р.			57821,94	57821,94
10	Егоркина К. С.			60367,56	60367,56
11	Ершова Е. А.		59094,75		59094,75
12	Жуков А. В.		61640,37		61640,37
13	Зимица В. Б.	62913,18			62913,18
14	Имошин Ю. Д.			64185,99	64185,99
15	Кутепова М. С.		65458,8		65458,8
16	Липов Д. П.	66731,61			66731,61
17	Петров П.П.			52730,7	52730,7
18	Якунин П. Т.			54003,51	54003,51
19	Общий итог	186012,09	378751,89	289109,7	853873,68
20					

Готово

Лабораторная работа № 5. «Функции даты и времени»

Задание № 1. Создать таблицу «Ведомость студентов» и построить две диаграммы. Рассчитать средний балл по трем предметам.

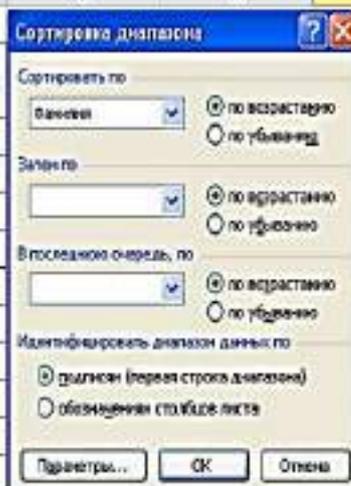
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Создать таблицу "Ведомость студентов заочного факультета", вычислить средний балл.								
2	№ п/п	Фамилия	Имя	Дата рождения	№ группы	Математика	История	Информатика	Ср. балл
3	1	Алешин	Евгений	16.02.1986	4275	3	2	4	3,00
4	2	Берестов	Андрей	25.10.1987	3336	3	2	4	3,00
5	3	Волков	Дмитрий	20.11.1987	2397	5	5	5	5,00
6	4	Гришин	Александр	12.12.1987	1458	5	5	5	5,00
7	5	Дюкин	Денис	19.02.1988	5423	4	4	5	4,33
8	6	Ершова	Юлия	12.04.1988	2388	3	2	5	3,33
9	7	Жукова	Ирина	27.04.1988	4353	4	5	5	4,67
10	8	Сурикова	Ирина	26.12.1988	3318	5	4	5	4,67
11	9	Вальсина	Анна	17.06.1989	2283	4	4	4	4,00

Методические указания

1. Создать таблицу, вычислить средний балл. Лист1 переименовать в «Исходный».

2. Скопировать таблицу ниже. Отсортировать данные таблицы по Фамилиям в алфавитном списке (по возрастанию). Выделить ячейки A16:I24, Данные – Сортировка. Вычислить Итоговую строку.

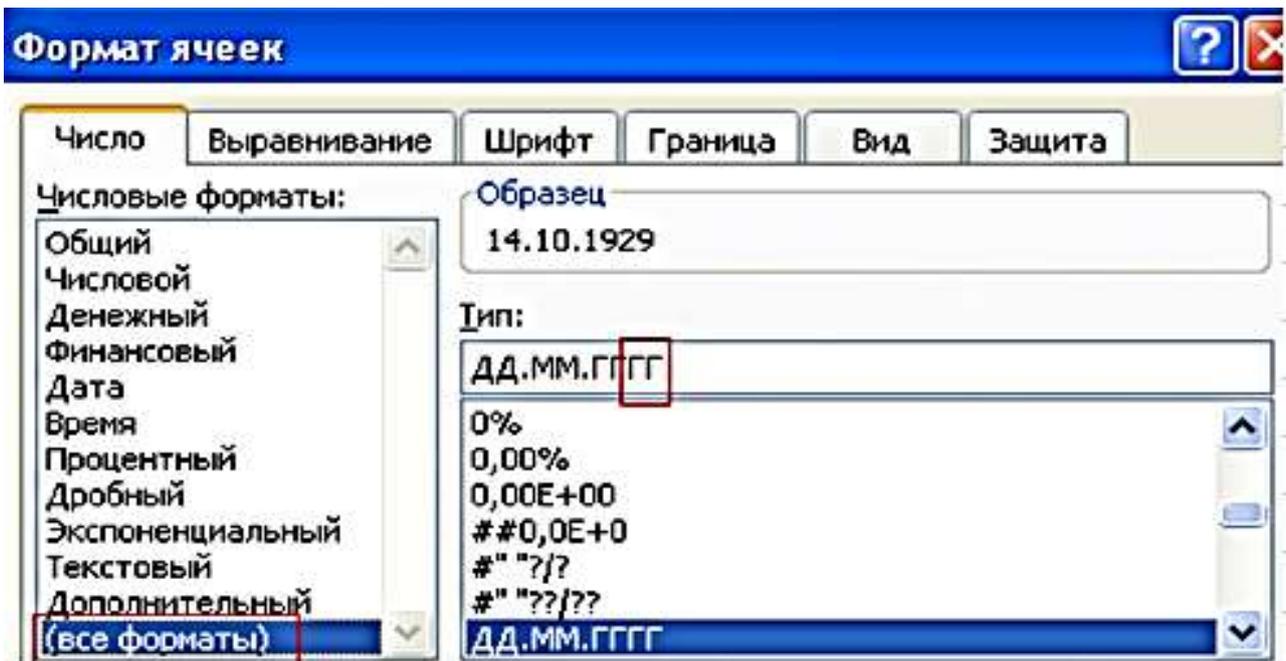
№ п/п	Фамилия	Имя	Дата рождения	№ группы	Математика	История	Информатика	Ср. балл
1	Алешин	Евгений	16.02.1986	4275	3	2	4	3,00
2	Берестов	Андрей	25.10.1987	3336	3	2	4	3,00
9	Вальсина	Анна	17.06.1989	2283	4	4	4	4,00
3	Волков	Дмитрий	20.11.1987	2397	5	5	5	5,00
4	Гришин	Александр	12.12.1987	1458	5	5	5	5,00
5	Дюкин	Денис	19.02.1988	5423	4	4	5	4,33
6	Ершова	Юлия	12.04.1988	2388	3	2	5	3,33
7	Жукова	Ирина	27.04.1988	4353	4	5	5	4,67
8	Сурикова	Ирина	26.12.1988	3318	5	4	5	4,67
Итого:					36,00	33,00	42,00	37,00



3. Скопировать таблицу на Лист2 и переименовать в "Возраст". Создать поле Возраст (после Даты рождения) – Вставка – Столбец. Считаем возраст студентов по формуле: =СЕГОДНЯ()-D3.

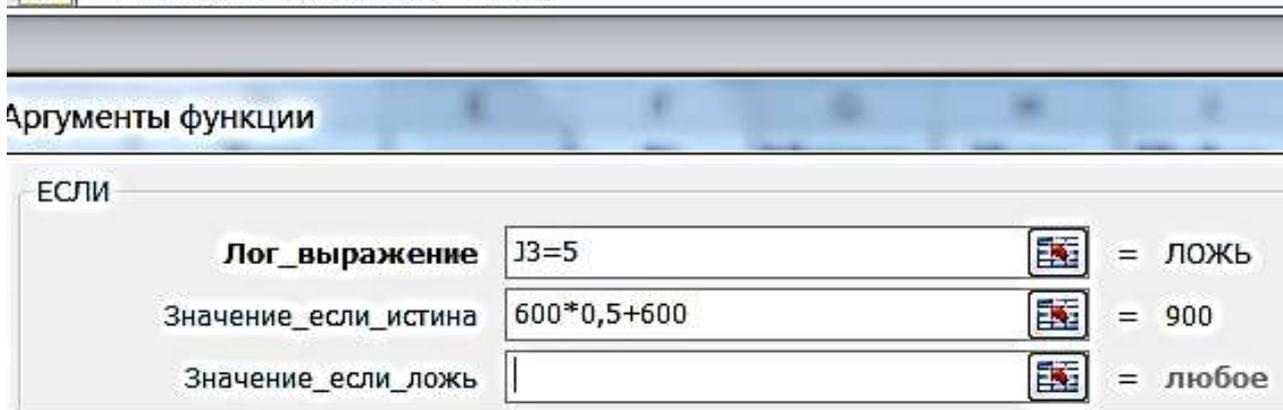
№ п/п	Фамилия	Имя	Дата рождения	Возраст	№ группы	Математика	История	Информатика	Ср. балл
1	Алешин	Евгений	16.02.1986	33	4275	3	2	4	3,00
2	Берестов	Андрей	25.10.1987	32	3336	3	2	4	3,00
9	Вальсина	Анна	17.06.1989	30	2283	4	4	4	4,00
3	Волков	Дмитрий	20.11.1987	31	2397	5	5	5	5,00
4	Гришин	Александр	12.12.1987	31	1458	5	5	5	5,00
5	Дюкин	Денис	19.02.1988	31	5423	4	4	5	4,33
6	Ершова	Юлия	12.04.1988	31	2388	3	2	5	3,33
7	Жукова	Ирина	27.04.1988	31	4353	4	5	5	4,67
8	Сурикова	Ирина	26.12.1988	30	3318	5	4	5	4,67
Минимальный:				30	Итого:	36,00	33,00	42,00	37,00
Определяем самого молодого студента с помощью мастера функций: =МИН()									

4. Полученный результат представляем в формате Год – Формат ячейки – выбираем нужный формат (ГГ).



5. Добавляем к списку с «Данными о студентах» столбец «Стипендия» – *Вставка – Столбец*. Назначаем дифференцированную стипендию: если средний балл студента равен 5, то повышенная стипендия, (50 % от 600 руб.), средний балл от 4 до 5 и все экзамены сданы без троек – стипендия назначается в размере 600 руб., в остальных случаях стипендия студентам не назначается.

f_x =ЕСЛИ(J3=5;600*0,5+600)



f_x =ЕСЛИ(J3=5;600*0,5+600;ЕСЛИ(И))

Аргументы функции

ЕСЛИ

Лог_выражение И

Значение_если_истина

Значение_если_ложь

f_x =ЕСЛИ(J3=5;600*0,5+600;ЕСЛИ(И(J3>=4;J3<5;G3>3;H3>3;I3>3);600;0))

Аргументы функции

И

Логическое_значение1 J3>=4 = ЛОЖЬ

Логическое_значение2 J3<5 = ИСТИНА

Логическое_значение3 G3>3 = ЛОЖЬ

Логическое_значение4 H3>3 = ЛОЖЬ

Логическое_значение5 I3>3 = ИСТИНА

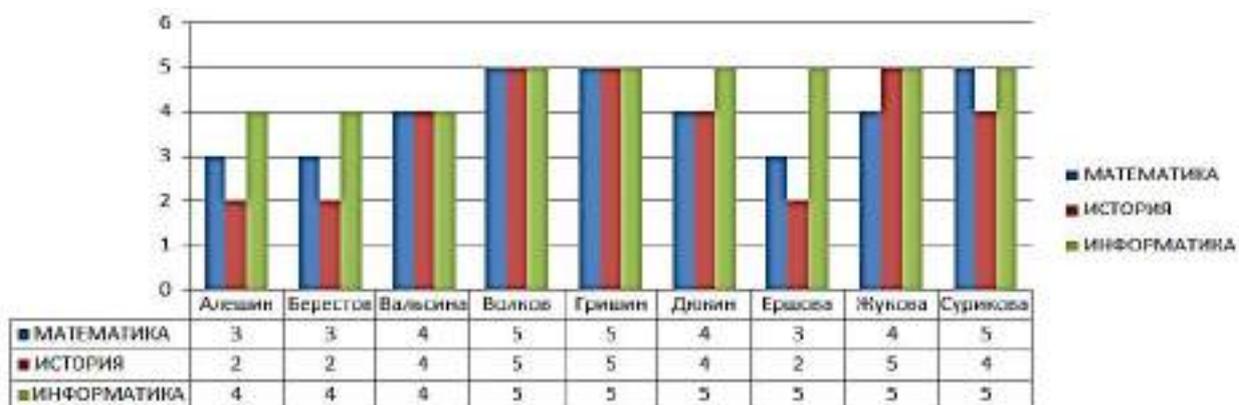
= ЛОЖЬ

Проверяет, все ли аргументы имеют значение ИСТИНА, и возвращает значение ИСТИНА, если и

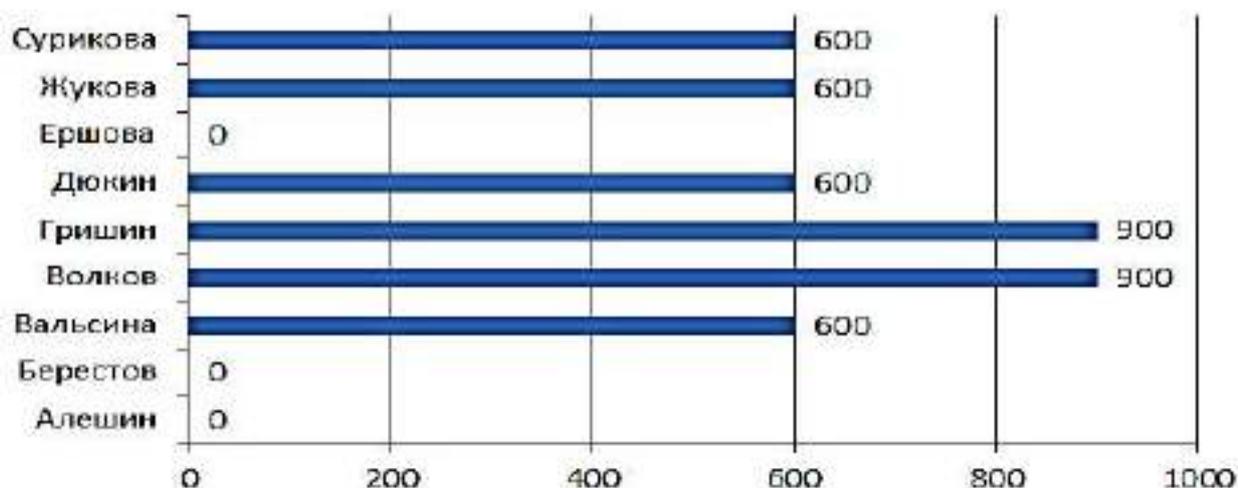
=ЕСЛИ(J3=5;600*0,5+600;ЕСЛИ(И(J3>=4;J3<5;G3>3;H3>3;I3>3);600;0))

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
	№ п/п	Фамилия	Имя	Дата рождения	Возраст	№ группы	Математика	История	Информатика	Ср. балл	Стипендия
3	1	Алешин	Евгений	16.02.1986	33	4275	3	2	4	3,00	0
4	2	Берестов	Андрей	25.10.1987	32	3336	3	2	4	3,00	0
5	9	Вальсина	Анна	17.06.1989	30	2283	4	4	4	4,00	600
6	3	Волков	Дмитрий	20.11.1987	31	2397	5	5	5	5,00	900
7	4	Гришин	Александр	12.12.1987	31	1458	5	5	5	5,00	900
8	5	Дюкин	Денис	19.02.1988	31	5423	4	4	5	4,33	600
9	6	Ершова	Юлия	12.04.1988	31	2388	3	2	5	3,33	0
10	7	Жукова	Ирина	27.04.1988	31	4353	4	5	5	4,67	600
11	8	Сурикова	Ирина	26.12.1988	30	3318	5	4	5	4,67	600
12	Минимальный:				30	Итого:	36,00	33,00	42,00	37,00	

6. Построить диаграммы.



Стипендия



Задание № 2. Создать таблицу «Возраст», которая автоматически высчитывает возраст по Дате рождения и определяет социальную группу по Возрасту. Так как электронная таблица связана с системной датой, в таблице приведены сведения по состоянию на 08 ноября 2019. Поэтому в выполняемой таблице значения должны соответствовать состоянию на конкретную дату.

K3 : X ✓ fx =ЕСЛИ(D3="м";ЕСЛИ(Ј3>65;"ПЕНСИОНЕР";ЕСЛИ(Ј3<18;"ИЖДИВЕНЕЦ";"РАБОТАЮЩИЙ"));ЕСЛИ(D3="ж";ЕСЛИ(Ј3>60;"ПЕНСИОНЕРКА";ЕСЛИ(Ј3<18;"ИЖДИВЕНКА";"РАБОТАЮЩАЯ"))))

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Задание 1. Создайте таблицу "Возраст"										
2	№	Фамилия	Дата рождения	Пол	Возраст без учета дня рождения (число)	Возраст с учетом дня рождения (ДАТА)	Месяц рождения	День рождения	Функция ДАТА	Возраст с учетом даты (число)	Социальная группа
3	1	Алепин	12 декабря 2003 г.	м	16	15	12	12	12	15	ИЖДИВЕНЕЦ
4	2	Берестов	20 января 1945 г.	м	74	74	1	20	20	74	ПЕНСИОНЕР
5	3	Волкова	30 ноября 1990 г.	ж	29	28	11	30	30	28	РАБОТАЮЩАЯ
6	4	Гришина	15 марта 1998 г.	м	21	21	3	15	15	21	РАБОТАЮЩИЙ
7	5	Дюкин	13 февраля 1995 г.	м	24	24	2	13	13	24	РАБОТАЮЩИЙ
8	6	Ершова	21 апреля 1997 г.	ж	22	22	4	21	21	22	РАБОТАЮЩАЯ
9	7	Егоркина	31 мая 1950 г.	ж	69	69	5	31	31	69	ПЕНСИОНЕРКА
10	8	Жуков	16 марта 1996 г.	м	23	23	3	16	16	23	РАБОТАЮЩИЙ
11	9	Зимина	27 июля 2005 г.	ж	14	14	7	27	27	14	ИЖДИВЕНКА
12	10	Имопин	22 января 1969 г.	м	50	50	1	22	22	50	РАБОТАЮЩИЙ
13	11	Кутепова	3 июня 1960 г.	ж	59	59	6	3	03	59	РАБОТАЮЩАЯ
14	12	Липов	17 августа 1930 г.	м	89	89	8	17	17	89	ПЕНСИОНЕР

Методические указания

1. Заполнить данными столбцы «№», «Фамилия», «Дата рождения», «Пол». Следует помнить, что даты нужно вносить числами, разделёнными точкой, (например, 12.12.2020). Чтобы месяц выводился словом и к году приписывалась буква «г.», нужно отформатировать ячейку *Главная – Ячейки – Формат – Ячейки*, выбрать закладку *Число*, далее *Дата* и в списке найти нужный вариант представления даты.

Формат ячеек

Число Выравнивание Шрифт Граница Заливка Защита

Числовые форматы:

- Общий
- Числовой
- Денежный
- Финансовый
- Дата**
- Время
- Процентный
- Дробный
- Экспоненциальный
- Текстовый
- Дополнительный (все форматы)

Образец
12 декабря 2003 г.

Тип:

- *14.03.2012
- *14 марта 2012 г.**
- 14.3
- 14.3.12
- 14.03.12
- 14 мар
- 14 мар 12

Язык (местоположение):
русский

2. В столбце «Возраст без учёта даты» возраст подсчитывается первым способом: как разницу между годом рождения и текущим годом – Столбец Е. Выражение, сформированное мастером функций, в этом случае будет выглядеть так: =ГОД(СЕГОДНЯ()) - ГОД(С3).

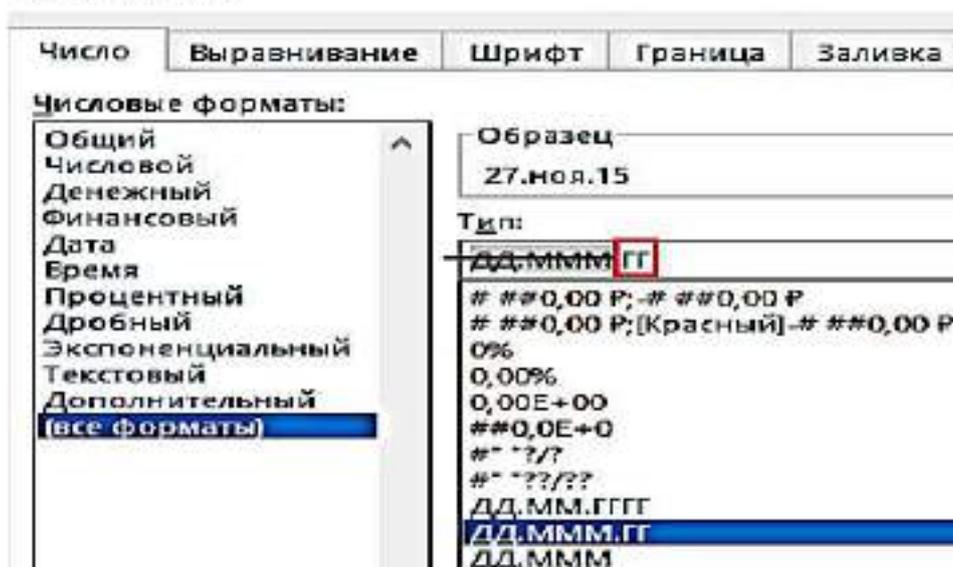
3. Вычисленное таким образом значение является числом. Но программа может ошибочно отнести его к типу «Дата-время». В этом случае нужно вручную задать тип данных «Числовой». Для этого следует выделить область ячеек E3:E7, затем *Главная – Формат – Ячейки*, выбрать закладку *Число* и указать на строку *Числовой*.

4. Недостаток такого вычисления очевиден, так как возраст вычисляется без учёта месяца и дня рождения. Но полученное значение является числом и его можно использовать в дальнейшем, в математических вычислениях.

5. В столбце «Возраст с учётом Даты» (столбец F) значение возраста подсчитывается другим способом: как разница между Сегодняшней датой и Датой рождения. В этом случае формула будет выглядеть так: = СЕГОДНЯ()-С3.

6. Вычисленное таким образом значение будет являться датой. Чтобы дата выводилась в полных годах, нужно ввести дополнительный формат. Для этого следует выделить область ячеек F3:F7, выбрать *Главная – Формат – Ячейки*, затем закладку *Число*, указать в списке форматов на строку *(все форматы)*, а затем, в окно «Тип» ввести «ГГ» или преобразовать существующее.

Формат ячеек



7. Месяц рождения подсчитывается с помощью функции «МЕСЯЦ» мастера функций, как =МЕСЯЦ(С3).

Аргументы функции

МЕСЯЦ	
Дата_в_числовом_формате	C3 = 37967
	= 12

Возвращает месяц - число от 1 (январь) до 12 (декабрь).

Дата_в_числовом_формате число в коде даты-времени, используемом в

8. День рождения подсчитывается с помощью мастера функций «ДЕНЬ» как =ДЕНЬ(C3).

9. Чтобы подсчитать возраст с точностью до дня как число, нужно сначала создать Промежуточную дату, у которой год совпадает с текущим годом, а Месяц и День недели совпадает с днём и месяцем Дня рождения.

Аргументы функции

ДАТА	
Год	ГОД(СЕГОДНЯ0) = Переменное
Месяц	G3 = 12
День	H3 = 12
	= Переменное

Возвращает число, соответствующее дате в коде даты-времени Microsoft Excel.

День число от 1 до 31, соответствующее дню месяца.

10. Чтобы определить возраст точно, как число, нужно сравнить Текущую дату с Полученной датой. Если сегодняшняя дата больше, т. е. дня рождения ещё не было, то от возраста по годам нужно отнять единицу.

Аргументы функции

ЕСЛИ	
Лог_выражение	I3>СЕГОДНЯ0 = Переменное
Значение_если_истина	E3-1 = 15
Значение_если_ложь	E3 = 16
	= Переменное

Проверяет, выполняется ли условие, и возвращает одно значение, если оно выполняется, и другое значение, если нет.

Значение_если_ложь значение, которое возвращается, если 'лог_выражение' имеет значение ЛОЖЬ. Если не указано, возвращается значение ЛОЖЬ.

11. Анализ «Пенсионер – Работающий – Иждивенец» выполнить с помощью тройного вложения функции «ЕСЛИ». Логика отбора следующая:

– для мужчин – если пол = «м», то – если возраст больше 65, то отнести к категории «Пенсионеров», а иначе – если возраст меньше 18 лет, то – «Иждивенец», во всех остальных случаях – «Работающий».

– для женщин – если пол равен «ж» или не равен «м», то – если возраст больше 60, то – «Пенсионерка», а если возраст меньше 18 лет, то к – «Иждивенка», иначе – «Работающая».

=ЕСЛИ(D3="м";ЕСЛИ(J3>65;"ПЕНСИОНЕР";ЕСЛИ(J3<18;"ИЖДИВЕНЕЦ";"РАБОТАЮЩИЙ"));ЕСЛИ(D3="ж";ЕСЛИ(J3>60;"ПЕНСИОНЕРКА";ЕСЛИ(J3<18;"ИЖДИВЕНКА";"РАБОТАЮЩАЯ")))).

Примечание, если для построения выражения социальной группы использовать возраст с учётом даты (ДАТА), т. е. столбец F, то машина сообщит об ошибке, так как тип данных в этом столбце не является числом.

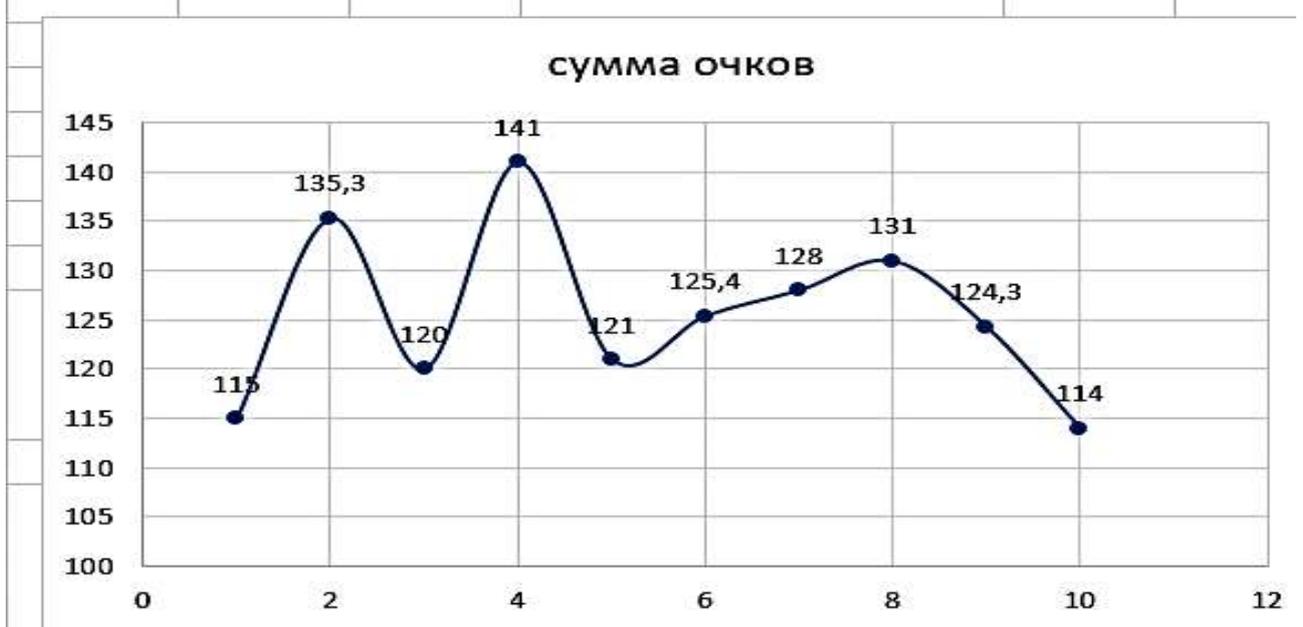
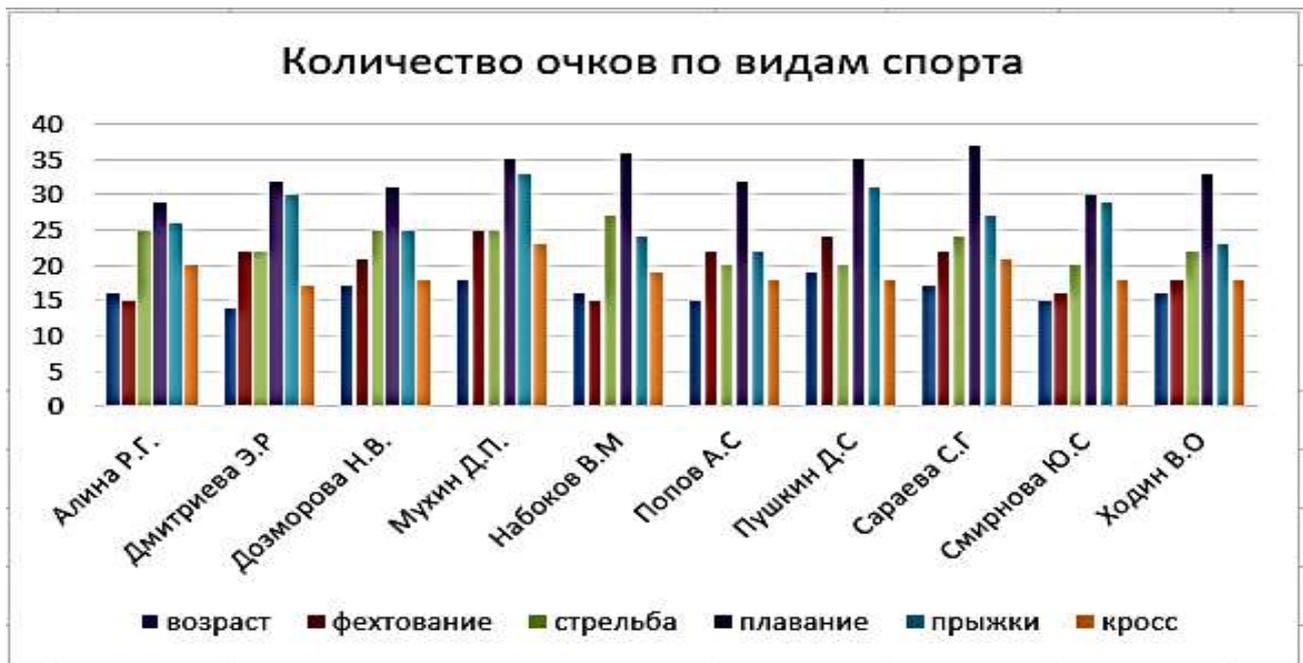
Лабораторная работа № 6. «Использование функций СЧЕТЕСЛИ(), СУММЕСЛИ()»

Задание № 1. Создать таблицу «Итоги соревнований пятиборцев». Рассчитать сумму очков и средний результат.

		=ЕСЛИ(В8<16;СУММ(С8:G8)*1,1;СУММ(С8:G8))							
	А	В	С	Д	Е	Ф	Г	Н	І
6	Итоги соревнований пятиборцев								
7	Фамилия	возраст	фехтование	стрельба	плавание	прыжки	кросс	сумма очков	
8	Алина Р.Г.	16	15	25	29	26	20	115	
9	Дмитриева Э.Р	14	22	22	32	30	17	135	
10	Дозморова Н.В.	17	21	25	31	25	18	120	
11	Мухин Д.П.	18	25	25	35	33	23	141	
12	Набоков В.М	16	15	27	36	24	19	121	
13	Попов А.С	15	22	20	32	22	18	125	
14	Пушкин Д.С	19	24	20	35	31	18	128	
15	Сараева С.Г	17	22	24	37	27	21	131	
16	Смирнова Ю.С	15	16	20	30	29	18	124	
17	Ходун В.О	16	18	22	33	23	18	114	
18									
19	Средний результат		20	23	33	27	19		

Методические указания

1. Заполнить таблицу данными.
2. Вычислить средний результат, используя функцию =СРЗНАЧ().
3. Результаты спортсменов-пятиборцев оцениваются по сумме очков, набранных за каждый из пяти видов, плюс 10 % от набранной суммы для спортсменов младше 16 лет. Для этого используем функцию ЕСЛИ().
4. Постройте диаграммы, отображающие полученные результаты спортсменов по каждому виду спорта.



Задание № 2. Создать таблицу «Зарплата ведомость». Рассчитать Премию и Количество с определенными условиями.

	A	B	C	D	E	F
10	Фамилия	Имя	Отчество	Отдел	Оклад	Премия
11	Андросова	Инна	Романовна	Бухгалтерия	15730,00	3146,00
12	Биркин	Борис	Викторович	Сбыт	16250,00	
13	Волков	Олег	Игоревич	Склад	14890,00	
14	Губин	Григорий	Андронович	Склад	15800,00	
15	Дубровский	Олег	Львович	Бухгалтерия	16520,00	
16	Еремеев	Егор	Кузьмич	Кадры	14900,00	
17	Жуков	Евгений	Николаевич	Сбыт	15730,00	
18	Зыкина	Зинаида	Максимовна	Кадры	14970,00	
19	Иванов	Олег	Сергеевич	Склад	15940,00	
20	Куликова	Клавдия	Васильевна	Бухгалтерия	15730,00	
21				Итого	156460,00	26816,00
22						
23	Количество сотрудников		10			
24	Бухгалтерия		3	Бухгалтерия	47980,00	
25	Сбыт		?	Сбыт		
26	Склад		?	Склад		
27	Кадры		?	Кадры		
28	>16000		2	Итого	156460,00	
29	Олег		3			

Методические указания

1. Для Задания № 2 на Листе2 создайте таблицу расчета Заработной платы.

2. Подсчитать величину Премии. Условия: если у сотрудника оклад больше 15000 рублей, то премия равна 20 % от оклада. А для остальных работников – 10 % от оклада. Для этого используем функцию ЕСЛИ().

3. Вычислить Итоговую строку для Оклада и Премии.

4. Подсчитать количество сотрудников в каждом отделе. Для этого используем функцию СЧЕТЕСЛИ().

C24				=СЧЕТЕСЛИ(D11:D20;A24)
	A	B	C	D
23	Количество сотрудников		10	
24	Бухгалтерия		3	Бухгалтерия 47980,00
25	Сбыт		?	Сбыт
26	Склад		?	Склад
27	Кадры		?	Кадры
28	>16000		2	Итого 156460,00
29	Олег		3	

5. Пункты 5, 6, 7 вычисляются при помощи функции =СЧЕТЕСЛИ(). Подсчитать Суммы окладов всех работников в Каждом отделе.

6. Подсчитать Количество сотрудников, у которых Оклад больше 16000 руб.

7. Подсчитать количество сотрудников с именем Олег.

8. Подсчитать Суммы окладов всех работников в Каждом отделе. Для этого использовать функцию СУММЕСЛИ().

E24				=СУММЕСЛИ(D11:D20;D11;E11:E20)
	A	B	C	D
24	Бухгалтерия		3	Бухгалтерия =11:E20)
25	Сбыт		?	Сбыт
26	Склад		?	Склад
27	Кадры		?	Кадры
28	>16000		2	Итого 156460,00
29	Олег		3	

Аргументы функции

СУММЕСЛИ

Диапазон_умножения: D11:D20 = "Бухгалтерия"/"Сбыт"/"Склад"/"Кадр"

Ссылка: D11 = "Бухгалтерия"

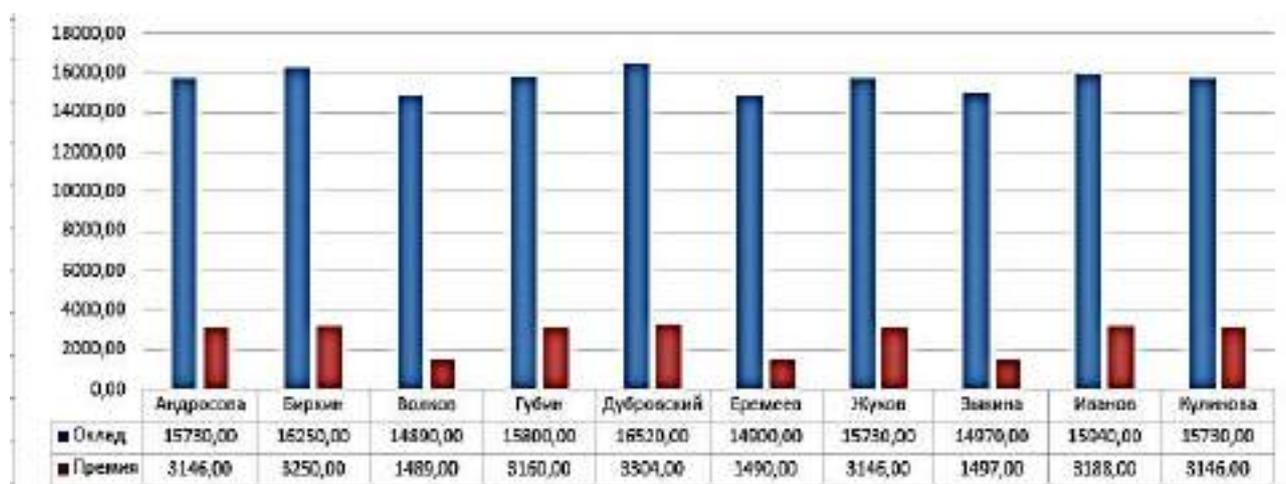
Диапазон_суммирования: E11:E20 = "15730;16250;14890;15800;16520;14000;15730;14070;15040;15730"

= 4790

Синтаксис функции, заданное значение (число)

Диапазон_умножения: фактически число для умножения. Если диапазон умножения не указан, будет использоваться число, заданное параметром диапозон.

9. Построить график сотрудников.



Лабораторная работа № 7. «Использование встроенных функций»

Задание № 1. Создать таблицу «Подходный налог». Рассчитать Подходный налог с физических лиц с конкретным условием.

	A	B	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1														
2	Фамилия	Сумма млн руб.	Подходный налог	Итого	Вычислить подходный налог с физ. лиц, если дана шкала налогообложения:									
3	Алешин	49000,00	27590	76590,00		до	12000	млн руб.	0		+	12%		
4	Берестов	13209,00			от	12000	до	24000	млн руб.	1440	тыс. руб.	+	20%	с суммы
5	Волкова	25023,00			от	24000	до	36000	млн руб.	3840	тыс. руб.	+	25%	с суммы
6	Гришина	38845,00			от	36000	до	48000	млн руб.	6840	тыс. руб.	+	30%	с суммы
7	Дюкин	50000,00				свыше	48000	млн руб.	10440	тыс. руб.	+	35%	с суммы	
8	Ершова	10523,00			$=ЕСЛИ(В4>S7;S7+B4*S7;ЕСЛИ(И(В4>=S6;B4<=S6);S6+B4*S6;ЕСЛИ(И(В4>=S5;B4<=S5);S5+B4*S5;ЕСЛИ(И(В4>=S4;B4<=S4);S4+B4*S4;0+B4*S3))))$									
9	Егоркина	33565,00												
10	Жуков	47954,00												
11	Зимина	25685,00												
12	Имошин	49209,00												
13	Кутелова	23023,00												
14	Липов	49845,00	27885,75	77730,75										
15			194776,01	610657										

Методические указания

1. На Листе1 создайте таблицу для первого задания.
2. Для вычисления подходного налога, воспользуемся данной шкалой налогообложения и функциями ЕСЛИ(), И(), обращая внимание на (абсолютный адрес), с помощью кнопки F4.
3. Итоговая строка вычисляется при помощи функции СУММ().
4. Построить диаграмму.



Задание № 2. Создать таблицу «Продажа холодильников». Рассчитать Сумму, Новую цену, Новую сумму и Количество с определенным условием.

G3 : X ✓ f_x
=ЕСЛИ(ИЛИ(В3=\$B\$3;В3=\$B\$5);D3*0,9;ЕСЛИ(ИЛИ(В3=\$B\$12;В3=\$B\$6);D3*1,16;D3))

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Продажи холодильников							
2	<i>Модель</i>	<i>Страна-изготовитель</i>	<i>Вес, кг</i>	<i>Цена, доллары</i>	<i>Количество</i>	<i>Сумма</i>	<i>Новая цена</i>	<i>Новая сумма</i>
3	Stinol	Россия	78	310	18			
4	Sharp	Таиланд	69	750	10			
5	Samsung	Южная Корея	56	450	13			
6	Bosh	Испания	52	419	17			
7	LG	Южная Корея	69	600	8			
8	Daewoo	Южная Корея	71	840	4			
9	Electrolux	Швеция	75	680	12			
10	Whiripool	США	80	790	6			
11	Атлант	Россия	76	300	25			
12	Indezit	Франция	81	420	14			
13	Ariston	Франция	59	415	10			
14	DeLongy	Италия	60	395	15			
15						70568,00	6319,64	70603,48

Методические указания

1. На **Листе2** создайте таблицу.
2. Вычисления Суммы осуществить при помощи функции СУММ().

3. Рассчитайте Новую цену, используя функцию ЕСЛИ(). Известно, что производители стран России и Южной Кореи снизили Цены на 10 %, а производители стран Франции и Испании подняли Цены на 16 %.

4. Новая Сумма состоит из произведения «КОЛИЧЕСТВА» и «НОВОЙ ЦЕНЫ».

5. Подсчитать Количество холодильников, произведенных каждой страной, используя функцию СЧЕТЕСЛИ(). (Данные оформить в виде новой таблицы).

6. Подсчитать общую Сумму, полученную в результате продажи холодильников, произведенных каждой страной, используя функцию СУММЕСЛИ().



G17							=ЕСЛИ(F17>10000;"Вам скидка 2%";"Скидки нет")
	A	B	C	D	E	F	G
	Количество холодильников, произведенных каждой страной			Общая сумма, полученная в результате продажи холодильников			Скидка
16							
17		Россия			Россия		Вам скидка 2%
18		Таиланд			Таиланд		
19		Южная Корея			Южная Корея		
20		Испания			Испания		
21		Швеция			Швеция		
22		США			США		
23		Франция			Франция		
24		Италия			Италия		Скидки нет
25			12			70568	

7. Если оборот больше 10000 \$, то написать сообщение о предоставляемой скидке 2 %.

8. Используя условный фильтр, отметьте в столбце «Вес», ячейки, значение которых больше 70, желтым фоном и жирным красным шрифтом, а ячейки, значение которых меньше или равно 60, синим фоном и жирным желтым шрифтом. *Главная – Условное форматирование – Правила выделения ячеек* и т. д.

9. Построить диаграмму.



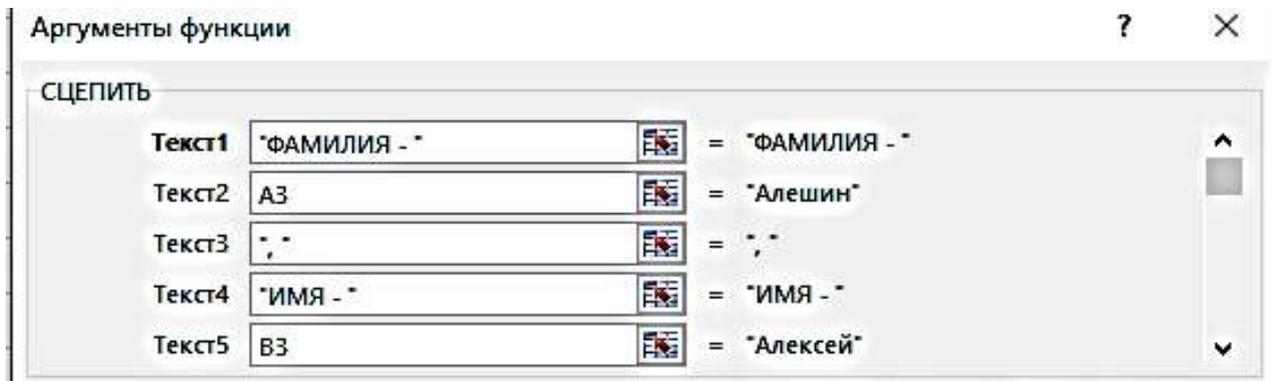
Лабораторная работа № 8. «Знакомство с текстовыми функциями»

Задание № 1. Создать таблицу «Данные студентов».

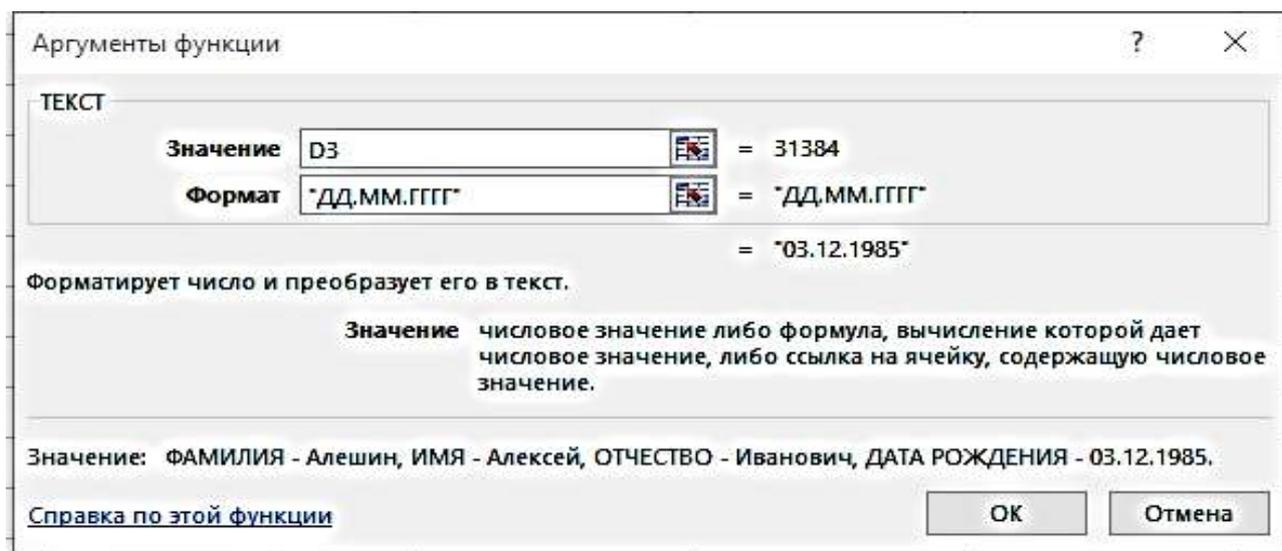
	A	B	C	D
1	Данные студентов			
2	<i>Фамилия</i>	<i>Имя</i>	<i>Отчество</i>	<i>Дата рождения</i>
3	Алешин	Алексей	Иванович	03.12.1985
4	Берестов	Борис	Петрович	12.06.1980
5	Волкова	Оксана	Владимировна	05.08.1997
6	Грипина	Галина	Афанасьевна	09.09.1978
7	Дюкин	Дмитрий	Васильевич	10.05.1999
8	Ершова	Екатерина	Михайловна	18.02.1980
9	Егоркина	Елизавета	Емельяновна	23.04.1980
10	Жуков	Василий	Петрович	29.05.2001
11	Зимина	Зинаида	Сергеевна	13.12.1984
12	Имошин	Валерий	Павлович	19.06.1995
13	Кутепова	Алиса	Сергеевна	17.07.1974
14	Липов	Денис	Владимирович	07.07.1992

Методические указания

1. Ниже таблицы создать конструкцию, которая объединит все данные в одну строку. В списке студентов имеются данные: Фамилии, Имени, Отчества и Даты рождения, которые разнесены в отдельные столбцы. Для объединения применить функцию «СЦЕПИТЬ».



2. Для даты рождения используем функцию «ТЕКСТ», которая преобразует число в текст и позволяет задать формат отображения с помощью специальных строк форматирования.



3. В итоге получается сцепленная конструкция, формула из которой копируется вниз при помощи маркера автозаполнения.

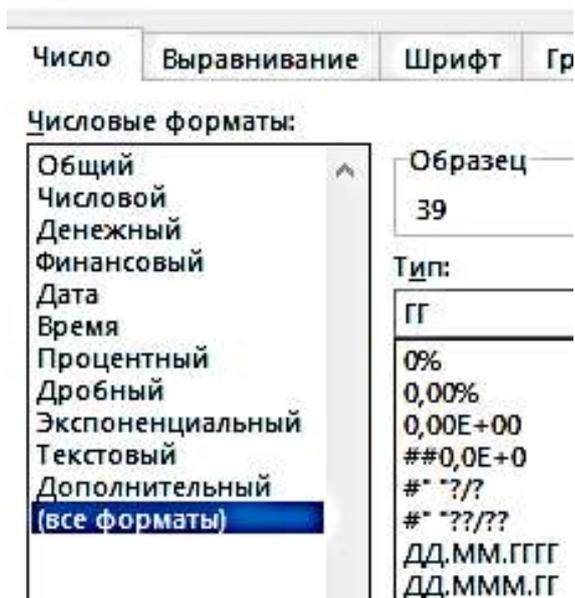
	A	B	C	D	E	F
15						
16	ФАМИЛИЯ - Алешин, ИМЯ - Алексей, ОТЧЕСТВО - Иванович, ДАТА РОЖДЕНИЯ - 03.12.1985.					
17						
18		=СЦЕПИТЬ("ФАМИЛИЯ - ";A3;" ";ИМЯ - ";B3;" ";ОТЧЕСТВО - ";C3;" ";ДАТА РОЖДЕНИЯ - ";ТЕКСТ(D3;"ДД.ММ.ГГГГ");".")				
19						
20						

4. На **Листе2**, создать заголовок столбца «Фамилия И.О.» в который ввести сокращенный текст в виде инициалов, для этого использовать **Лист1 «Исходный»** и функции «СЦЕПИТЬ», которая соединяет содержимое нескольких ячеек, позволяя комбинировать их с произвольным текстом и функцию «ЛЕВСИМВ», функция извлечения из текста первых букв, с последующим результатом столбца с Фамилией и инициалами Имени и Отчества.

5. Создать заголовок столбца «Возраст», определить возраст первого студента с помощью функции «СЕГОДНЯ», для корректного отображения результатов необходимо отформатировать ячейки (*Числовые форматы – все форматы, тип «ГГ»*).

	A	B	C	D	E	F	G
1	Данные студентов ФЗО						
2	<i>Фамилия И.О.</i>	<i>Возраст</i>					
3	Алешин А.И.	33					
4	Берестов Б.П.	39					
5	Волкова О.В.	22					
6	Гришина Г.А.	41					
7	Дюкин Д.В.	20					
8	Ершова Е.М.	39					
9	Егоркина Е.Е.	39					
10	Жуков В.П.	18					
11	Зими́на З.С.	34					
12	Имошин В.П.	24					
13	Кутепова А.С.	45					
14	Липов Д.В.	27					

Формат ячеек



6. Ниже, на этом листе, сформируйте самостоятельно, конструкцию таблицы, форма которой расположена ниже:

15					
16	Фамилия И.О. - Алешин А.И., Возраст - 33.				
		ИСХОДНАЯ	Возраст	Лист1	Лист2

7. Сделать все буквы прописными, т. е. преобразовать их в нижний регистр, на помощь придет текстовая функция «ПРОПИСН()». Она не заменяет знаки, не являющиеся буквами.

16	ФАМИЛИЯ И.О. - АЛЕШИН А.И., ВОЗРАСТ - 33.
17	
18	
19	=ПРОПИСН(СЦЕПИТЬ("..."))

Задание № 2. Создать таблицу «Оплата за электроэнергию». Рассчитать Количество потребляемой энергии, Сумму к оплате.

Для льготников установлена 50 %-я скидка по оплате. При определении Количества потребленной энергии необходимо учитывать, что максимальное показание электросчетчика – 9999, а следующее за ним показание 0000 соответствует 10000 кВт*ч.

H6									
=ЕСЛИ(E6<=F6*\$F\$2;E6*\$F\$3;(E6-F6*\$F\$2)*\$F\$4+F6*\$F\$2*\$F\$3)									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
2	Норматив потребления на человека в мес.					160	кВт/ч		
3	Стоимость 1 кВт/ч в пределах нормативного потребления					0,64	руб.		
4	Стоимость 1 кВт/ч за сверхнормативное потребление					0,91	руб.		
5	№ кв.	фамилия квартиросъемщика	Текущее показание счетчика, кВт/ч	Предьдущее показание счетчика, кВт/ч	Кол-во потреб. эл. энергии, кВт/ч	Кол-во жильцов	Кол-во льготников	Сумма к оплате без льгот	Сумма к оплате
6	1	Алешин	1235	1098	137	2	0	87,68	87,68
7	2	Берестов	9145	8945	200	1	1	138,8	69,4
8	3	Волкова	3556	3045	511	3	2	335,41	223,61
9	4	Гришина	5873	5478	395	4	1	252,8	221,2
10	5	Дюкин	10100	9978	122	1	0	78,08	78,08
11	6	Ершова	6744	6321	423	2	0	298,53	298,53
12	7	Егоркина	5667	5234	433	1	1	350,83	175,42
13	8	Жуков	2235	1098	1137	3	3	905,07	452,54
14	9	Зимина	9145	6945	2200	2	1	1915,6	1436,7
15	10	Имошин	3556	3045	511	3	1	335,41	279,51
16	11	Кутелова	5873	5478	395	2	1	273,05	204,79
17	12	Липов	6110	5978	132	4	1	84,48	73,92
18						28	12	5055,7	3601,4

Методические указания

1. Для того, чтобы вычислить Сумму к оплате без льгот, необходимо воспользоваться функцией «ЕСЛИ»:

1 строка: Проверить, что количество потребляемой электроэнергии меньше или равно произведению «Количества потребляемой электроэнергии» и «Норматив потребления»;

2 строка: произведение «Количества потребляемой электроэнергии» и «Стоимости 1 кВт/ч» в пределах нормативного потребления;

3 строка: (произведение «Количества потребляемой электроэнергии» минус произведение «Количества потребляемой электроэнергии» и «Норматив потребления энергии на человека в мес.») умноженное на «Стоимость 1 кВт/ч за сверхнормативное потребление» плюс произведение «Количества потребляемой электроэнергии» и «Норматив потребления энергии на человека в мес.» умноженное на «Стоимость 1 кВт/ч в пределах нормативного потребления».

2. «Сумма к оплате» высчитывается из частного трех выражений:

- разность «Количества жильцов» на «Количество льготников» умноженную на «Сумму к оплате без льгот»;
- «Сумма количества жильцов» на «Количество льготников» умноженная на «Сумму к оплате без льгот»;
- произведение «Количества жильцов» на 50 %.

Формула выглядит так:

f_x	$= (F6 - G6) * H6 / F6 + G6 * H6 / F6 * 0,5$
-------	----------------------------------------------

3. При помощи текстовой функции сформируйте самостоятельно следующую конструкцию таблицы:

Номер квартиры 1, квартиросъемщик Алешин, сумма к оплате без льгот 87,68, сумма к оплате 87,68
Номер квартиры 2, квартиросъемщик Берестов, сумма к оплате без льгот 138,8, сумма к оплате 69,4
Номер квартиры 3, квартиросъемщик Волкова, сумма к оплате без льгот 335,41, сумма к оплате 223,60

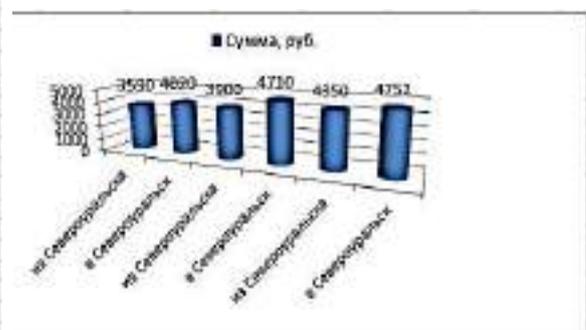
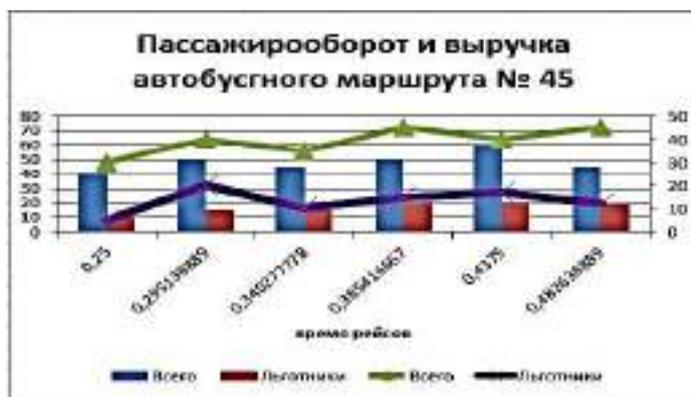
Лабораторная работа № 9. «Смешанные ссылки»

Задание № 1. Создать таблицу «Пассажирооборот и Выручка автобусного маршрута № 45».

Подготовьте таблицу для анализа пассажирооборота и денежной выручки рейсов по автобусному маршруту № 45. Исходными данными для анализа являются: «Время рейса», «Направление», «Количество пассажиров всего» и «Льготной категории» с проездом в «Пределах города», а также в «Пригородную зону».

	И	К
Стоимость проезда, руб.		
	Обычный	Льготный
Город	28	14
Пригород	200	100

G5			=D5*\$K\$4+(C5-D5)*\$J\$4+F5*\$K\$5+(E5-F5)*\$J\$5				
	A	B	C	D	E	F	G
2	Пассажиروоборот и выручка автобусного маршрута № 45						
3	Время рейсов	Направление	Город		Пригород		Сумма, руб.
4			Всего	Льготники	Всего	Льготники	
5	6:00	из Североуральска	40	10	30	5	
6	7:05	в Североуральск	50	15	40	20	
7	8:10	из Североуральска	45	15	35	10	
8	9:15	в Североуральск	50	20	45	15	
9	10:30	из Североуральска	60	20	40	17	
10	11:35	в Североуральск	45	19	45	12	
11		ИТОГО:	290	99	235	79	45834



Методические указания

- Добавить столбец и строки, ввести формулы для определения следующих величин:
 - «Максимальная», «Минимальная» и «Средняя выручки»;
 - «Количество пассажиров льготной категории», перевезенных в заданном направлении.
- Построить диаграммы.

	A	B	C	D	E	F	G	H
2	Пассажиروоборот и выручка автобусного маршрута № 45							
3	Время рейсов	Направление	Город		Пригород		Сумма, руб.	Количество льготников
4			Всего	Льготники	Всего	Льготники		
5	6:00	из Североуральска	40	10	30	5		
6	7:05	в Североуральск	50	15	40	20		
7	8:10	из Североуральска	45	15	35	10		
8	9:15	в Североуральск	50	20	45	15		
9	10:30	из Североуральска	60	20	40	17		
10	11:35	в Североуральск	45	19	45	12		
11		Итого	290	99	235	79	25322	178
12		Макс						
13		Мин						
14		Среднее						

Задание № 2. Создать таблицу «Расчет стипендии студентов». Вычислить средний балл и определить стипендию для каждого студента.

Методические указания

1. Средний балл определяется только для тех студентов, которые получили оценки по всем экзаменационным дисциплинам.

2. Стипендия устанавливается студенту в том случае, если по всем экзаменационным дисциплинам получены оценки не ниже «четверки».

3. Студент, получивший одни «пятерки», является «отличником», получивший хотя бы одну 4-ку – «хорошистом». Размер стипендии указан в таблице ниже.

J	K
Оценки	Размер стипендии
Отл	500
Хор	450

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
2	Студент	Курс	Экзаменационные оценки				Средний балл	Стипендия		
3			Матем	Физика	Графика	Ин. яз				
4	Алешин	1	3	4	4		3,67	-		
5	Берестов	1	4	4	5		4,33	450		
6	Волкова	2	4	н/а	5	5	-	-		
7	Гришина	2	4	3	3	4	3,50	-		
8	Дюкин	3	5	4	5	5	4,75	450		
9	Ершова	3	5	5	5	5	5,00	500		
10	Жуков	3	4	4	3	4	3,75	-		
11										
12						Итого	25	1400		
13	=ЕСЛИ(И(C4<>"н/а";D4<>"н/а";E4<>"н/а";F4<>"н/а");									
14	СРЗНАЧ(C4:F4);"-")									
15										
16	=ЕСЛИ(ИЛИ(C4="н/а";D4="н/а";E4="н/а";F4="н/а");"-";									
17	ЕСЛИ(МИН(C4:F4)=4;\$K\$5;ЕСЛИ(И(C4=5;D4=5;E4=5;F4=5);\$K\$4;"-"))									
18										
19										

4. Произвести расчет Количество студентов для каждого курса по всем оценкам.

fx		=СЧЁТЕСЛИ(C4:F5;E5)			
J	K	L	M	N	
Оценки	Курс				
	1	2	3	4	
5	1	2			
4	4	3			
3	1	2			
2	0	0			
н/а	0	1			

Задание № 3. Создать таблицу «Футбольные матчи».

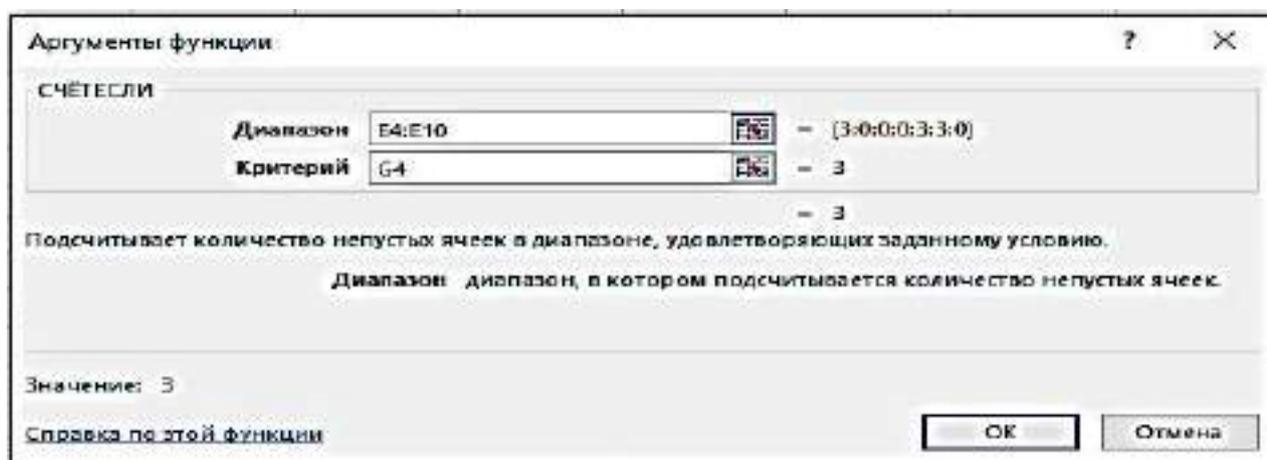
Имеются данные о футбольных матчах, сыгранных командой «РОСТОВ» в кубке России. Для определения количества очков по результатам игр составлена таблица "РОСТОВ" в кубке России. Исходными данными для расчета являются: дата игры, название команды-соперника, количество забитых и пропущенных мячей, количество очков, получаемых командой в случае выигрыша или ничейного результата.

=ЕСЛИ(D4<C4;\$G\$4;ЕСЛИ(D4>C4;\$H\$4;\$I\$4))									
	A	B	C		D	E	F		
2	Дата	Соперник	Кол-во мячей		Очки	Кол-во очков за игру			
3			Забито	Пропущено		Выигрыш	Ничья	Поражение	
4	01.10.2019	Динамо	3	0	3	3	1	0	
5	14.11.2019	Локомотив	0	4	0				
6	05.07.2019	Оренбург	1	2	0	Распределение числа игр по результатам			
7	02.08.2019	Ахмат	1	2	0	Выигрыш	Ничья	Поражение	
8	27.08.2019	Рубин	1	0	3	3	0	4	
9	26.08.2019	Зенит	6	2	3				
10	15.04.2019	ЦСКА	1	4	0				
11					9				

Методические указания

1. Для вычисления «Количество очков», воспользуйтесь функцией «ЕСЛИ()».

2. Для того, чтобы определить «Количество игр» по результатам, используем функцию «СЧЕТЕСЛИ()». Например, «Выигрыш»: выделяем диапазон в столбце «Очки», а критерием служит выигрыш, находящийся в ячейке G4.



Задание № 4. Создать таблицу «Журнал учета взимания налога с владельцев транспортных средств».

1. Создайте документ, предназначенный для вычисления «Суммы налога», взимаемого с владельцев транспортных средств. Исходными данными для расчета являются: «Дата», «Фамилия владельца транспортного средства», «Марка автомобиля», «Мощность двигателя».

2. Для расчета налога, используем «Налоговые ставки для легковых автомобилей в расчете на 1 л. с.».

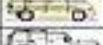
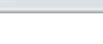
3. «Сумма налога», состоит из произведения «Мощности двигателя л. с.» на «Налог на 1 л. с., руб.».

=ЕСЛИ(И(D4>150;D4<=200);\$I\$5;ЕСЛИ(И(D4>100;D4<=150);\$I\$5;\$I\$4))							Налоговые ставки для легковых автомобилей	
Дата	Владелец	Марка автомобиля	Мощность двигателя, л.с.	Налог на 1 л.с., руб.	Сумма налога, руб.	Мощность двигателя	Налоговая ставка	
01.09.2019	Алешин	ВАЗ 1117 Калина 1,6	79			до 100 л.с.	20	
03.09.2019	Берестов	ВАЗ 2107 1,5	71			свыше 100 л.с. до 150 л.с. включительно	1030	
03.09.2019	Волкова	ВАЗ 2109 1,7	120			свыше 150 л.с. До 200 л.с. включительно	1360	
04.09.2019	Гришина	ВАЗ 2109 1,3	64					
10.09.2019	Дюжин	Volvo v50 2,4	155					
15.09.2019	Ершова	BMW 3 1,8	115					
				3460	457130			

Лабораторная работа № 10. «Промежуточные итоги, сводная таблица и условное форматирование»

Задание № 1. Создать таблицу «Автокаталог».

1. Создать исходную таблицу и переименовать **Лист1** в «Исходный». В колонку «Кузов» вписать «Минивен», «Седан», «Хетчбек» и т. д.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Автокаталог							
2	1. Исходные данные							
3								
4	№	Модель	Год	Пробег, км	Двиг / КПП	Цвет	Кузов	Цена
5	1	BMW X1 (E84)	2013	34 000	1995 А	коричневый		935 555
6	2	BAZ LARGUS	2014	52 988	1598 М	бежевый		524 000
7	3	TOYOTA HIGHLANDER III	2015	1 555	3456 А	белый		2 680 000
8	4	MINI PACEMAN COOPER S	2013	21 200	1598 А	белый		1 425 000
9	5	NISSAN JUKE	2013	37 000	1598 М	белый		545 555
10	6	NISSAN JUKE	2013	11 000	1598 А	красный		869 777
11	7	MERCEDES-BENZ GLK-KLASSE (X204)	2013	11 066	1991 А	серый		1 675 000
12	8	VOLKSWAGEN POLO V SEDAN	2014	1 500	1598 М	белый		580 000
13	9	HYUNDAI SOLARIS SEDAN	2013	43 000	1591 А	синий		489 000
14	10	NISSAN ALMERA IV	2015	2 060	1598 А	бежевый		519 000
15	11	INFINITI QX80	2013	12 985	5552 А	белый		3 485 000
16	12	LAND ROVER RANGE ROVER SPORT	2013	40 107	2993 А	черный		2 995 000
17	13	JAGUAR XF	2013	24 162	1999 А	черный		1 709 000
18	14	TOYOTA LAND CRUISER PRADO 150	2015	1 086	2982 А	голубой		2 465 000
19	15	MERCEDES-BENZ GLK-KLASSE (X204)	2014	8 821	2143 А	металлик		1 975 000

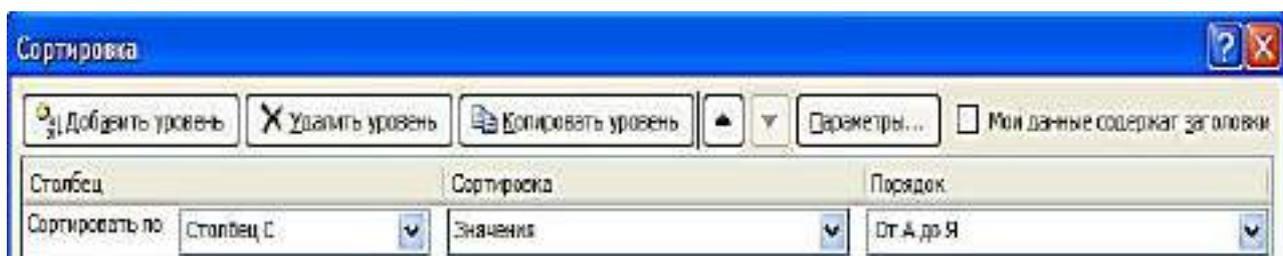
2. Скопировать лист «Исходный» и перенести его на Лист2.

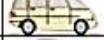
2.1 Отсортировать таблицу. (Для сортировки необходимо выделить таблицу – «Данные – Сортировка»).



Отсортировать по «Год»_у в порядке возрастания.

2.3 Переименовать Лист2 в лист «Сортированный».



	A	B	C	D	E	F	G	H
1		Автокаталог						
2	2. Сортированные данные							
3								
4	№	Модель	Год	Пробег, км	Двиг / КПП	Цвет	Кузов	Цена
5	9	HYUNDAI SOLARIS SEDAN	2013	43 000	1591 A	синий		469 000
6	5	NISSAN JUKE	2013	37 000	1598 M	белый		545 555
7	6	NISSAN JUKE	2013	11 000	1598 A	красный		869 777
8	1	BMW X1 (E84)	2013	34 000	1995 A	коричневый		935 555
9	4	MINI PACEMAN COOPER S	2013	21 200	1598 A	белый		1 425 000
10	7	MERCEDES-BENZ GLK-KLASSE (X204)	2013	11 066	1991 A	серый		1 675 000
11	13	JAGUAR XF	2013	24 162	1999 A	черный		1 709 000
12	12	LAND ROVER RANGE ROVER SPORT	2013	40 107	2993 A	черный		2 995 000
13	11	INFINITI QX80	2013	12 985	5552 A	белый		3 485 000
14	2	BA3 LARGUS	2014	52 988	1598 M	бежевый		524 000
15	8	VOLKSWAGEN POLO V SEDAN	2014	1 500	1598 M	белый		580 000
16	15	MERCEDES-BENZ GLK-KLASSE (X204)	2014	8 821	2143 A	металлик		1 975 000
17	10	NISSAN ALMERA IV	2015	2 060	1598 A	бежевый		519 000
18	14	TOYOTA LAND CRUISER PRADO 150	2015	1 086	2982 A	голубой		2 465 000
19	3	TOYOTA HIGHLANDER III	2015	1 555	3456 A	белый		2 680 000

3. Скопировать лист «Исходный» и перенести его на Лист3 и переименовать в лист по имени «Фильтрованный».

3.1. Отфильтровать таблицу по «белому цвету» модели авто. (Для фильтрации данных необходимо поставить курсор в одну из ячеек шапки таблицы – «Данные – Сортировка»).

	A	B	C	D	E	F	G	H
1		Автокаталог						
2	3. Фильтрация данных (Автофильтр)							
3								
4	№	Модель	Год	Пробег, км	Двиг / КПП	Цвет	Кузов	Цена
7	3	TOYOTA HIGHLANDER III	2015	1 555	3456 A	белый		2 680 000
8	4	MINI PACEMAN COOPER S	2013	21 200	1598 A	белый		1 425 000
9	5	NISSAN JUKE	2013	37 000	1598 M	белый		545 555
12	8	VOLKSWAGEN POLO V SEDAN	2014	1 500	1598 M	белый		580 000
15	11	INFINITI QX80	2013	12 985	5552 A	белый		3 485 000

4. Скопировать лист «Исходный» и перенести его на Лист4 и переименовать в лист по имени «Расширенный фильтр».

4.1. Отфильтровать таблицу моделей авто по «Цене больше или равно 1500000». (Для фильтрации данных необходимо поставить курсор в одну из ячеек шапки таблицы – «Данные – Сортировка»).

Пользовательский автофильтр

Показать только те строки, значения которых:

Цена

	A	B	C	D	E	F	G	H
1		Автокаталог						
2		4. Фильтрация данных (Расширенный фильтр)						
3		Открыть - Выбрать числовые фильтры - Больше или равно 1500000.						
4		Modelь	Год	Пробег,	Двиг. / Кл	Цвет	Кузов	Цена
7	3	TOYOTA HIGHLANDER III	2015	1 555	3456 A	белый		2 680 000
11	7	MERCEDES-BENZ GLK-KLASSE (X204)	2013	11 066	1991 A	серый		1 675 000
15	11	INFINITI QX80	2013	12 985	5552 A	белый		3 485 000
16	12	LAND ROVER RANGE ROVER SPORT	2013	40 167	2993 A	черный		2 995 000
17	13	JAGUAR XF	2013	24 162	1999 A	черный		1 709 000
18	14	TOYOTA LAND CRUISER PRADO 150	2015	1 086	2982 A	голубой		2 465 000
19	15	MERCEDES-BENZ GLK-KLASSE (X204)	2014	8 821	2143 A	металлик		1 975 000

Исходный | Сортированный | **Фильтрованный** | Расширенный фильтр

5. Скопировать лист «Сортированный» и перенести его на Лист5 и переименовать в лист «Итоги».

5.1. Поставить курсор в одну из ячеек таблицы («Данные – Промежуточный Итог»).

Промежуточные итоги [?] [X]

При каждом изменении в:

Год [v]

Операция:

Сумма [v]

Добавить итоги по:

Год

Пробег, км

Двиг / КПП

Цвет

Кузов

Цена

Заменить текущие итоги

Конец страницы между группами

Итоги под данными

Убрать все ОК Отмена

№	Модель	Год	Пробег, км	Двиг / КПП	Цвет	Кузов	Цена
5. Подведение итогов данных (Итоги стоимости)							
1	BMW X1 (E84)	2013	34 000	1995 A	коричневый		935 555
4	MINI PEACEMAN COOPER S	2013	21 200	1598 A	белый		1 425 000
5	NISSAN JUKE	2013	37 000	1598 M	белый		545 355
6	NISSAN JUKE	2013	11 000	1598 A	красный		969 777
7	MERCEDES-BENZ GLK-KLASSE (X204)	2013	11 066	1991 A	серый		1 675 000
9	HYUNDAI SOLARIS SEDAN	2013	43 000	1591 A	синий		469 000
11	INFINITI QX80	2013	12 965	5552 A	белый		3 485 000
12	LAND ROVER RANGE ROVER SPORT	2013	40 107	2993 A	черный		2 995 000
13	JAGUAR XF	2013	24 162	1999 A	черный		1 709 000
		2013 Итого					14 308 687
2	BAW LARGUS	2014	52 966	1398 M	бежевый		524 000
8	VOLKSWAGEN POLO V SEDAN	2014	1 500	1598 M	белый		580 000
15	MERCEDES-BENZ GLK-KLASSE (X204)	2014	8 821	2143 A	металлик		1 975 000
		2014 Итого					3 079 000
3	TOYOTA HIGHLANDER III	2015	1 555	3456 A	белый		2 680 000
10	NISSAN ALMERA IV	2015	2 060	1598 A	бежевый		519 000
14	TOYOTA LAND CRUISER PRADO 150	2015	1 086	2982 A	голубой		2 465 000
		2015 Итого					5 664 000
		Общий итог					22 851 687

Исходный / Сортированный / Фильтрованный / Расширенный фильтр | Итоги

6. По листу «Исходный» создать сводную таблицу.

6.1 Использовать «Вставка – Сводная таблица».

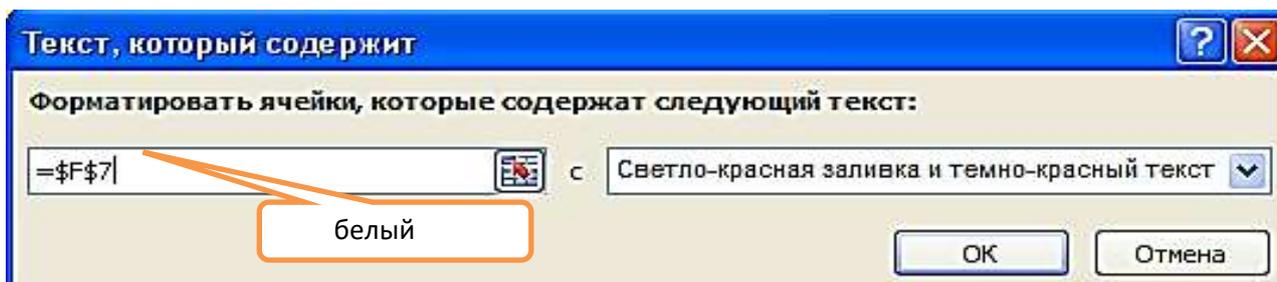
6.2. Полученный лист переименовать в лист «Сводная таблица».



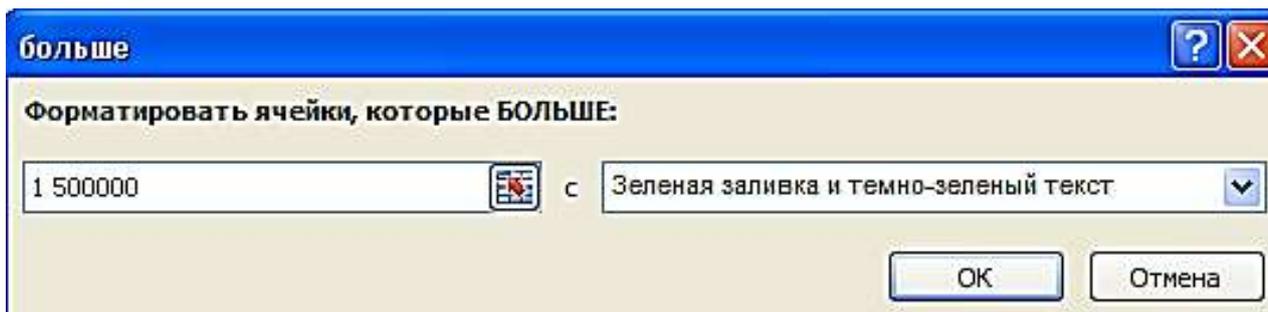
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Перетащите сюда поля фильтра отчета										
2											
3	Сумма по полю Цена	Цвет									
4	Модель	бежевый	белый	голубой	коричневый	красный	металлик	серый	синий	черный	Общий итог
5	BMW X1 (E84)					935555					935555
6	HYUNDAI SOLARIS SEDAN								469000		469000
7	INFINITI QX80		3485000								3485000
8	JAGUAR XF									1709000	1709000
9	LAND ROVER RANGE ROVER SPORT									2995000	2995000
10	MERCEDES-BENZ GLK-KLASSE (X204)						1975000	1675000			3650000
11	MINI PACEMAN COOPER S		1425000								1425000
12	NISSAN ALMERA IV	519000									519000
13	NISSAN JUKE		545555			869777					1415332
14	TOYOTA HIGHLANDER III		2680000								2680000
15	TOYOTA LAND CRUISER PRADO 150			2465000							2465000
16	VOLKSWAGEN POLO V SEDAN		580000								580000
17	VAZ LARGUS	524000									524000
18	Общий итог	1043000	8715555	2465000	935555	869777	1975000	1675000	469000	4704000	22851887

7. Скопировать лист «Исходный» и перенести его на Лист7, и переименовать его в лист «Условное форматирование».

7.1. Выделить столбец «Цвет» (Главная – Условное Форматирование – Правила Выделения Ячеек – Текст Содержит ...).



7.2. Выделить столбец «Цена» (Главная – Условное Форматирование – Правила Выделения Ячеек – Больше).



7.3. Выделить столбец «Пробег» (Главная – Условное Форматирование – Гистограммы – Градиентная Заливка (голубая)).

7.4. Выделить столбец «Двиг/КПП» и отформатировать данные с механической коробкой передач – желтым цветом.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Автокаталог									
2	7. Условное форматирование									
3										
4	№	Модель	Год	Пробег, км	Двиг / КПП	Цвет	Кузов	Цена		
5	1	BMW X1 (E84)	2013	34 000	1995 A	коричневый		935 555		
6	2	VAZ LARGUS	2014	52 988	1508 N	бежевый		524 000		
7	3	TOYOTA HIGHLANDER III	2015	1 555	3456 A	белый		2 680 000		
8	4	MINI PACEMAN COOPER S	2013	21 200	1598 A	белый		1 425 000		
9	5	NISSAN JUKE	2013	37 000	1508 N	белый		545 555		
10	6	NISSAN JUKE	2013	11 000	1598 A	красный		869 777		
11	7	MERCEDES-BENZ GLK-KLASSE (X204)	2013	11 056	1991 A	серый		1 675 000		
12	8	VOLKSWAGEN POLO V SEDAN	2014	1 500	1508 N	белый		580 000		
13	9	HYUNDAI SOLARIS SEDAN	2013	43 000	1591 A	синий		469 000		
14	10	NISSAN ALMERA IV	2015	2 000	1598 A	бежевый		519 000		
15	11	INFINITI QX80	2013	12 985	5552 A	белый		3 485 000		
16	12	LAND ROVER RANGE ROVER SPORT	2013	40 107	2993 A	черный		2 995 000		
17	13	JAGUAR XF	2013	24 162	1999 A	черный		1 709 000		
18	14	TOYOTA LAND CRUISER PRADO 150	2015	1 086	2982 A	голубой		2 485 000		
19	15	MERCEDES-BENZ GLK-KLASSE (X204)	2014	8 821	2143 A	металлик		1 975 000		

8. Построить гистограмму, отражающую «Модель» и «Цену» авто. Для этого выделить столбец «Модель», нажать на кнопку **Ctrl**,

затем выделить столбец «Цена». (*Вставка – Гистограмма с группировкой*).

Самостоятельное задание. Создать «автокаталог» на любую тему, кроме автомобилей. Написать подробный отчет в текстовом редакторе MS Word.

Самостоятельные задания

Задание 1.

Создать таблицу, представленную ниже.

	А	В	С	Д	Е	Ф	Г	И	І	К	
1	Распределение заработной платы										
2	Номер	ФИО	Должность	Стаж	Оклад	Премия	Надбавка за стаж	Итого	Налоги	Сумма к выдаче	Доля
3	1										
4	2										
5											
6											
7	10										
8	Сумма										
9	Среднее										

1. Заполнить произвольными значениями поля таблицы «ФИО» и «Должность». Стаж задать в диапазоне 0 – 30 лет. Оклад: 7 000 – 20 000 руб. В таблице заполнить не менее 10 строк.

2. Премия составляет 50 % оклада.

3. Надбавка за стаж вычисляется на основании стажа. Если стаж больше 10 лет, тогда надбавка составляет 20 % от оклада, иначе – 0. При вычислениях использовать встроенную функцию ЕСЛИ().

4. Налоги составляют 20 % от значения поля «Итого».

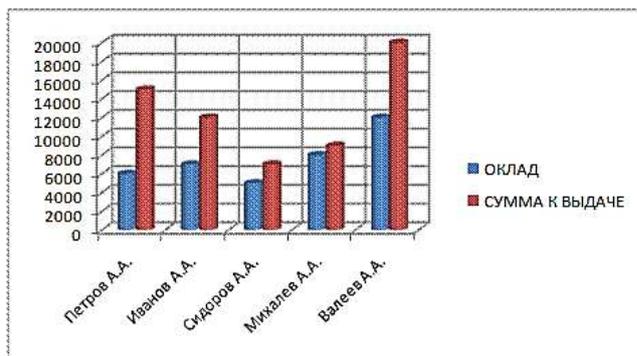
5. Вычислить Сумму и Среднее значение для каждого столбца, используя соответственно функции СУММ(), СРЗНАЧ().

6. Значение поля «Доля» рассчитывается как значение поля «Сумма к выдаче» для каждого работника, деленное на значение Общей суммы всех значений поля «Сумма к выдаче» (=J3/\$J\$8).

7. Построить диаграмму, отражающую начисления каждого сотрудника. Примерный вид диаграммы приведен ниже. В легенде отобразить фамилии работников.



8. Построить гистограмму соотношения Начисляемого оклада и Суммы к выдаче для всех сотрудников фирмы. Примерный вид гистограммы приведен ниже.



Задание 2.

Создать таблицу, произвести расчет заработной платы.

Расчет заработной платы работников										
№	ФИО	Доходы			Налоги			Всего начислено	Всего удержано	К выдаче
		Оклад	Кэф-фициент	Уральская надбавка	Подходный налог	Медицинское страхование	Пенсионный фонд			
1	Алешин	18700,00	9350	2809	4011,15	915,65	617,1	30855,00	5553,9	25301,10
2	Берестов	19050,00								
3	Вознов	15200,00								
4	Гришин	15500,00								
5	Дюков	15900,00								
6	Ершов	18000,00								
7	Егоркин	16250,00								
8	Жуков	10950,00								
9	Землин	17300,00								
10	Ильшин	17050,00								
11	Кутыпова	18000,00								
12	Лыков	18350,00								
Итого:		205450,00	102725,00	30817,50	44065,03	10169,78	6779,85	308902,50	61018,65	277873,85

1. Коэффициент составляет 50 % от оклада: установите курсор в ячейку D5, введите формулу =C5*50/100 или =C5*0,5.

2. С помощью маркера автозаполнения, скопируйте данную формулу в остальные ячейки столбца «Коэффициент».

3. Аналогично рассчитайте «Уральская надбавка», которая составляет 15 % от «Оклада».

4. В столбце «Всего начислено» подсчитайте доходы сотрудника (Сумма всех доходов)

5. «Подходный налог» рассчитывается по формуле: 13 % от начисленной суммы («Всего начислено»).

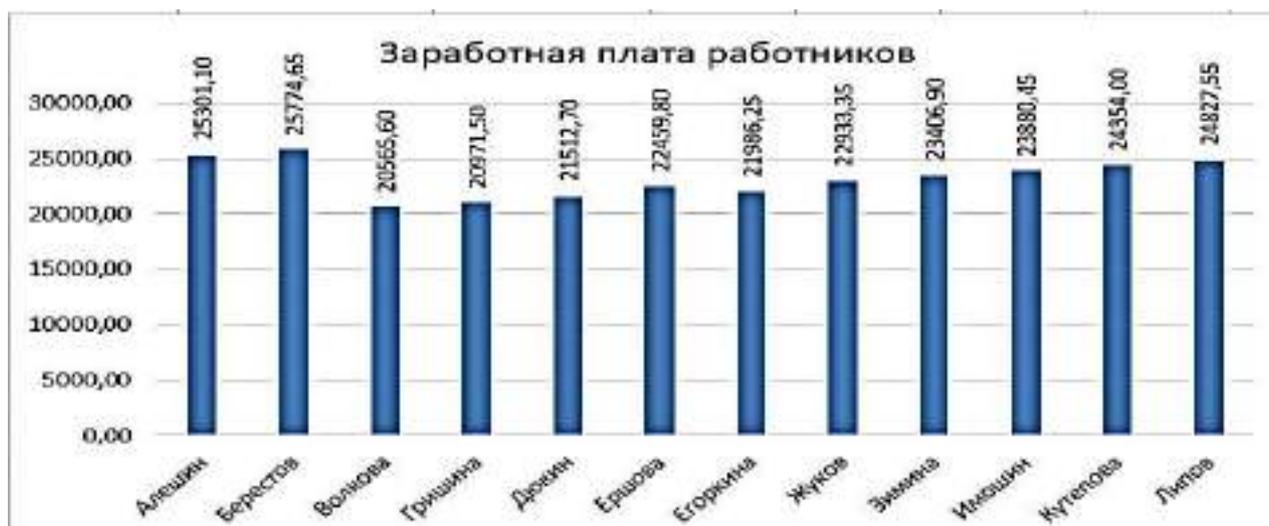
6. В фонд медицинского страхования производится выплата в размере 3% от начисленной суммы.

7. В пенсионный фонд производится выплата в размере 2 % от начисленной суммы.

8. В столбце «Всего удержано» подсчитываются расходы сотрудника (сумма всех налогов)

9. В столбце «К выдаче» рассчитывается денежная сумма, выдаваемая работнику на руки (доходы-расходы).

10. Постройте диаграмму, отражающую заработную плату всех сотрудников.



11. Постройте диаграмму, отражающую налоги всех сотрудников.

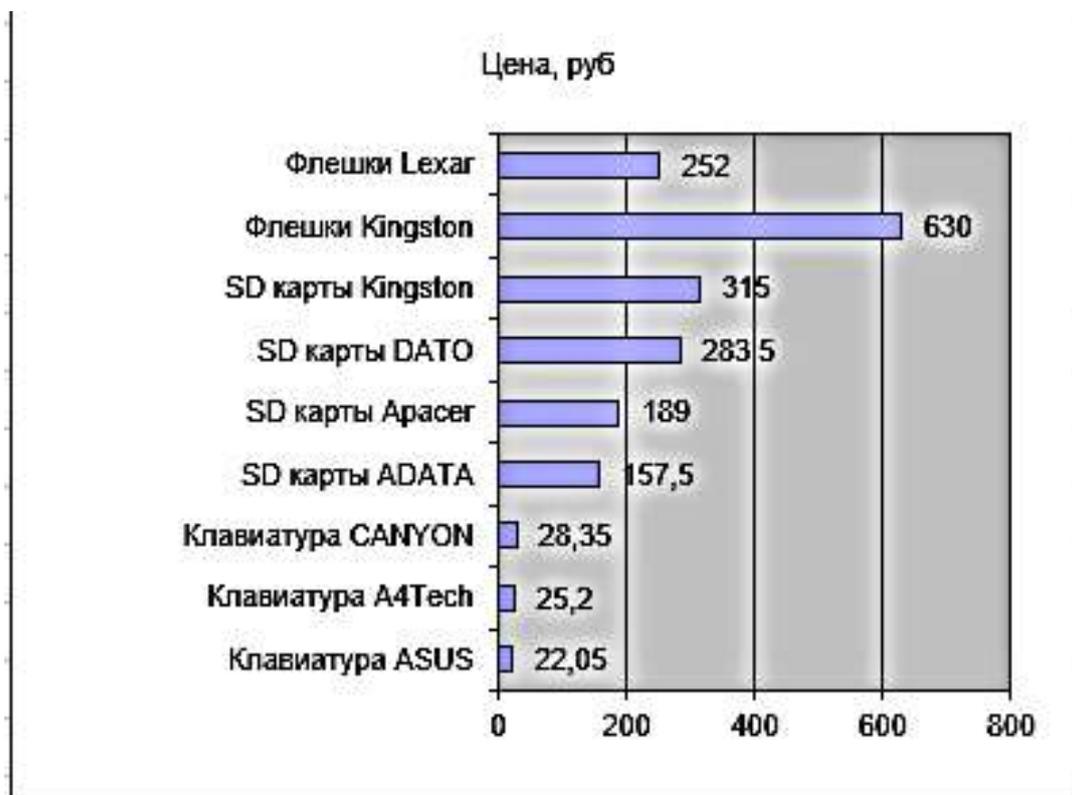


Задание 3.

Создать таблицу, произвести расчет.

Магазин компьютерных аксессуаров продает товары, указанные в прайс-листе. Стоимость указана в долларах. Если стоимость товара превышает некоторую сумму, покупателю предоставляется скидка. В расчете учесть текущий курс доллара.

E19 × ✓ fx =ЕСЛИ(E18>\$B\$6;E18*(1-\$B\$5);E18)					
	A	B	C	D	E
1	Компьютерный магазин	ОАО "INTEX"		Ячейка	Формула
2	Дата покупки	12.11.2019		B2	Функция/СЕГОДНЯ()
3				D9	=B9*\$B\$4
4	Курс доллара	63		E9	=C9*D9
5	Скидка	5%		E18	=СУММ(E9...E17)
6	Сумма для учета скидки	1000			
7	Прайс-лист				
8	Наименование товара	Цена, \$	Количество	Цена, руб	Стоимость
9	Клавиатура ASUS	0,35	20	22,05	441
10	Клавиатура A4Tech	0,4	20		
11	Клавиатура CANYON	0,45	20		
12	SD карты ADATA	2,50	1		
13	SD карты Aрасer	3	2		
14	SD карты DATO	4,50	5		
15	SD карты Kingston	5	4		
16	Флешки Kingston	10	0		
17	Флешки Lexar	4	1		
18	ИТОГО	Стоимость покупки без скидки			4977
19		Стоимость покупки со скидкой			4728,15

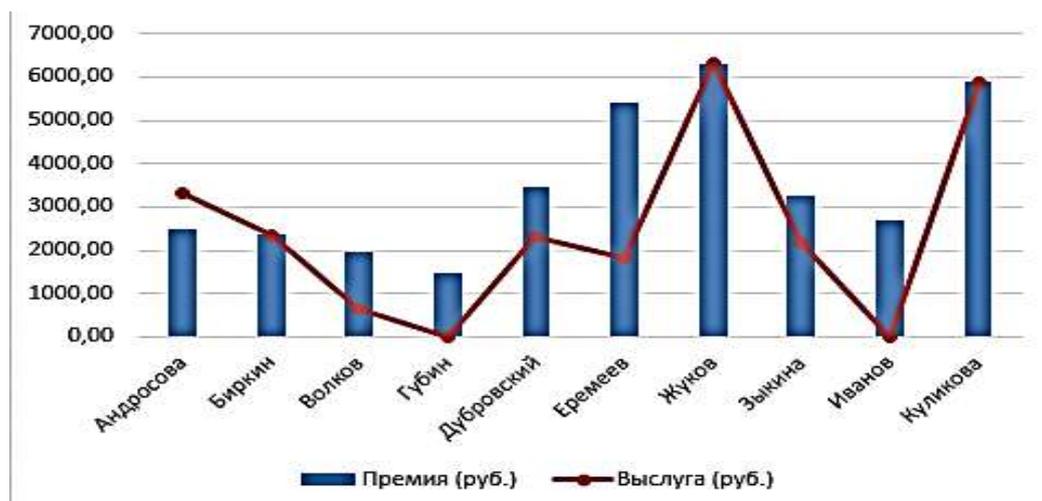


Задание 4.

Создать таблицу, произвести расчет зарплаты.

		C		D	E	F	G
		Премия		15	процентов	от оклада	
Расчетная ведомость							
№	Фамилия И. О.	Оклад (руб.)	Выслуга (лет)	Премия (руб.)	Выслуга (руб.)	Зар_пл	
1	Андросова	16520,00	30	2478,00	3304,00	22302,00	
2	Биркин	15730,00	20	2359,50			
3	Волков	12970,00	5	1945,50			
4	Губин	9940,00	10	1491,00			
5	Дубровский	23000,00	12	3450,00			
6	Еремеев	36000,00	4	5400,00			
7	Жуков	42000,00	25	6300,00			
8	Зыкина	21730,00	15	3259,50			
9	Иванов	17900,00	2	2685,00			
10	Куликова	39250,00	20	5887,50			
		235040,00		35256,00	24772,50	295068,50	
ВЫСЛУГА							
Лет выслуги		Процент					
≥ 30		20					
от 15 до 25		15					
от 10 до 15		10					
от 2 до 5		5					
< 2		0					

1. В ячейку D1 вписать процент для начисления премии. Премия составляет 15 % оклада.
2. Выслуга вычисляется на основании Оклада и Процента за года стажа. Используется встроенная функция ЕСЛИ().
3. Построить диаграмму.



Задание 5.

Создать таблицу «Журнал учета оплаты услуг связи».

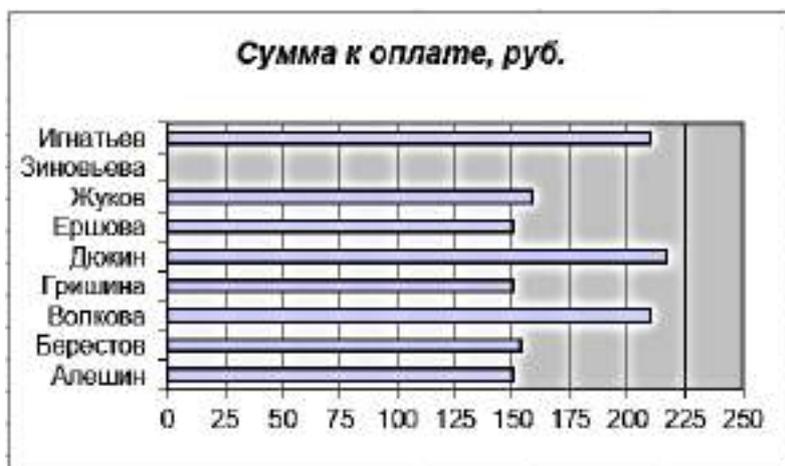
1. Произвести расчет Суммы к оплате по тарифу, Количество абонентов и Суммарное количество минут.

Журнал учета оплаты услуг связи					Тариф	
Абонент	Тариф	Кол-во минут	Сумма к оплате, руб.	Плата за абоненскую линию, руб.	Гарантированный платеж, руб.	Стоимость 1 минуты свыше установленного количества, руб.
Алешин	100	65	150	130	130	0,35
Берестов	100	110	153,5	20	80	0,24
Волкова	275	130	210			
Гришина	100	90	150			
Дюкин	275	305	217,2			
Ершова	100	76	150			
Жуков	100	124	158,4			
Зиновьева	150	134	ошибка			
Игнатьев	275	240	210			

Показатель	Тариф	
	100	275
Кол-во абонентов		
Суммарное кол-во мин		

=ЕСЛИ(И(C3<=\$G\$2;B3=\$G\$2);\$G\$3+\$G\$4;
 ЕСЛИ(И(C3>\$G\$2;B3=\$G\$2);\$G\$3+\$G\$4+
 (C3-B3)*\$G\$6;
 ЕСЛИ(И(C3<=\$H\$2;B3=\$H\$2);\$H\$3+\$H\$4;
 ЕСЛИ(И(C3>\$H\$2;B3=\$H\$2);\$H\$3+\$H\$4+
 (C3-B3)*\$H\$6;"ошибка"))))

2. Изобразить гистограмму с использованием полученных данных.



Задание 6.

Создать таблицу «Анализ показателей тестирования».

1. Найти Сумму баллов, оценить результаты тестирования в форме «зачет» или «незачет», считая за минимум 10 баллов.
2. Определить Количество студентов по показателям и номерам задач.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
1	Анализ результатов тестирования														Номера задач					
2	Студент	Номера задач					Номера задач					Сумма баллов	Min сумма баллов	Показатель						
3		A1	A2	A3	A4	A5	A1	A2	A3	A4	A5			10	Кол-во студентов, которые решили задачу					
4		Правильные ответы					Полученные баллы								2					
5		3	2	2	4	3	1	2	2	3	4									Кол-во студентов, которые не дали ответ на задачу
6	Ответы студента					Полученные баллы					Оценка	2								
7	Алешин	2	2	2	3	3	0	2	2	0	4	8	незачет							
8	Берестов		2	1	4	2		2	0	3	0	5	незачет							
9	Волкова	3	2	2	4	3	1	2	2	3	4	12	зачет							
10	Гришина			2	4				2	3		5	незачет							
11	Дюкин	3	2	2		3	1	2	2		4	9	незачет							
12	Ершова	3	2	2	4	3	1	2	2	3	4	12	зачет							
13	Жуков	2	2	2	4	3	0	2	2	3	4	11	зачет							
14												62								

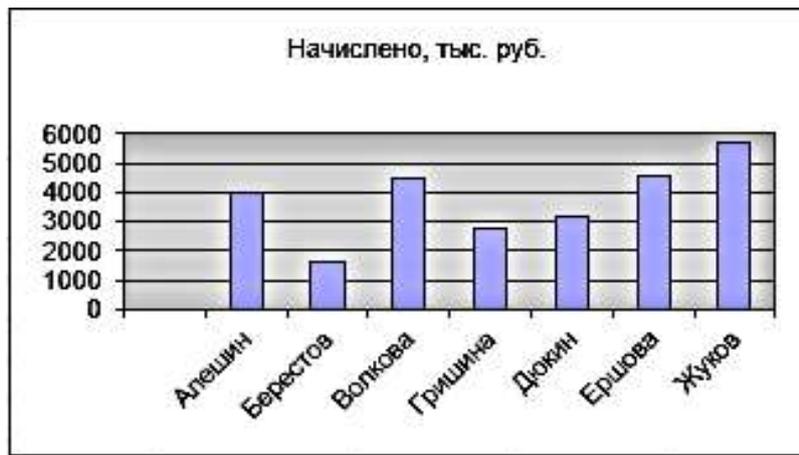
Задание 7.

Создать таблицы «Задолженность по кредитам».

1. Пусть у ряда работников имеется задолженность по потребительскому кредиту, которая отражена в диапазоне C4:C10. Нужно найти в списке таких работников и удержать с них в счет погашения кредита 10 % от начисленной им суммы.

$E4=ЕСЛИ("Потребительский кредит">0; тогда "Начислено" *0,1; иначе пробел [" "] или прочерк «-»)$.

	A	B	C	D	E
2	Фамилия	Начислено, тыс. руб.	Задолженность по видам кредита		Удержано, тыс. руб.
3			Потребит. кредит	Жил. строит-во	
4	Алешин	4000	2400		400
5	Берестов	1600			-
6	Волкова	4500	3000	25000	
7	Гришина	2800	6000		
8	Дюкин	3200			
9	Ершова	4530		18000	
10	Жуков	5700	7000		
11					1700



2. Пусть у некоторых работников имеется задолженность по жилому строительству, которая отражена в диапазоне ячеек J4:J10. Нужно найти в списке этих работников и удержать с них в счет погашения кредита 20 % от начисленной им Суммы.

	G	H	I	J	K
2	Фамилия	Начислено, тыс. руб.	Задолженность по видам кредита		Удержано, тыс. руб.
3			Потребит. кредит	Жил. строит-во	
4	Алешин	4000	2400		
5	Берестов	1600			
6	Волкова	4500	3000	25000	
7	Гришина	2800	6000		
8	Дюкин	3200			
9	Ершова	6200		18000	
10	Жуков	5700	7000		
11					2140



3. Найти фамилии работников, у которых одновременно имеются Задолженности по Потребительскому кредиту и Кредиту на жилищное строительство, и удержать от начисленной им Суммы 20 %.

	A	B	C	D	E
27			Задолженность по		Удержано , тыс. руб.
28	Фамилия	Начислено, тыс. руб.	Потребит. кредит	Жил. строит-во	
29	Алешин	4000	2400	17000	800
30	Берестов	1600			-
31	Волкова	4500	3000	25000	900
32	Гришина	2800	6000		-
33	Дюкин	3200			-
34	Ершова	6200		18000	-
35	Жуков	5700	7000		-
36					1700

4. Найти работников, у которых имеется либо задолженность по потребительскому кредиту, либо по кредиту на жилищное строительство, либо по обоим видам кредита сразу, и удержать с них в счет погашения кредита 10 % от начисленной им Суммы.

K29 X ✓ fx =ЕСЛИ(ИЛИ(I29>0;J29>0);H29*0,1;"-")

	F	G	H	I	J	K	L	M
27				Задолженность по		Удержано, тыс. руб.		
28		Фамилия	Начислено, тыс. руб.	Потребит. кредит	Жил. строит-во			
29		Алешин	4000	2400		400		
30		Берестов	1600			-		
31		Волкова	4500	3000	25000	450		
32		Гришина	2800	6000		280		
33		Дюкин	3200			-		
34		Ершова	6200		18000	620		
35		Жуков	5700	7000		570		
36						2320		

5. Найти фамилии работников, у которых имеются одновременно задолженности по обоим видам кредита, и удержать от начисленной им Суммы 20 % в счет погашения кредитов. У остальных работников, имеющих задолженность по какому-либо одному виду кредита, удержать 10 % от начисленной им Суммы. Работникам, не имеющим задолженность по кредиту, проставить в графе "Удержано" – "б/к".

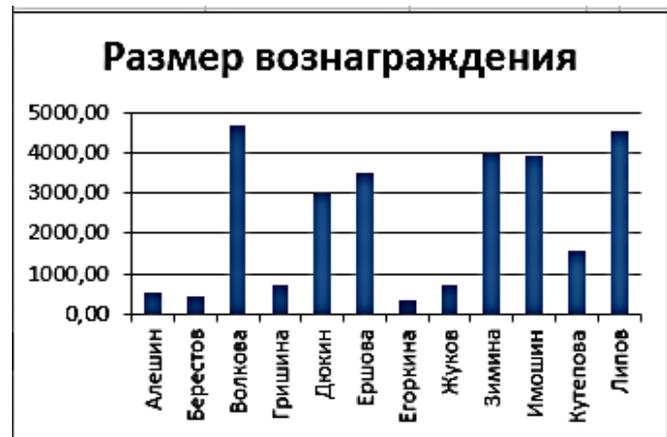
E55	=ЕСЛИ(И(C55>0;D55>0);B55*0,2;ЕСЛИ(И(C55=0;D55=0);"б/к";B55*0,1))										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
53	Фамилия	Начислено, тыс. руб.	Задолженность по		Удержано, тыс. руб.						
54			Потребит. кредит	Жил. строит-во							
55	Алешин	4000	2400		400						
56	Берестов	1600			б/к						
57	Волкова	4500	3000	25000	900						
58	Гришина	2800	6000		280						
59	Дюкин	3200			б/к						
60	Ершова	6200		18000	620						
61	Жуков	5700	7000		570						
62					2770						

Задание 8.

Создать таблицы «Комиссионные торговых агентов».

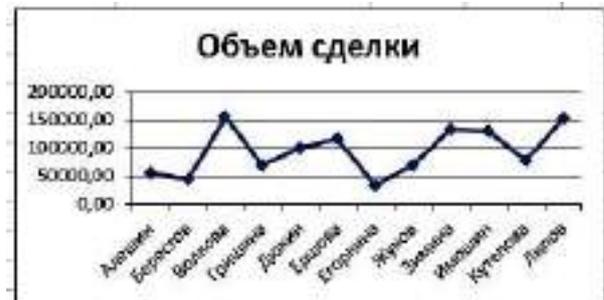
Торговый агент получает процент от суммы совершенной сделки. Если объем сделки до 70000, то 1 %; если объем до 100000, то 2 %; если выше 100000, то 3 %.

	A	B	C
2	Комиссионные торговых агентов		
3	Торговые агенты	Объем сделки	Размер вознаграждения
4	Алешин	55000,00	550,00
5	Берестов	44209,00	
6	Волкова	155230,00	
7	Гришина	69845,00	
8	Дюкин	100000,00	
9	Ершова	116523,00	
10	Егоркина	33565,00	
11	Жуков	69954,00	
12	Зимина	132685,00	
13	Имошин	131209,00	
14	Кутелова	78023,00	
15	Липов	150845,00	4525,35
16			27880,95
18	=ЕСЛИ(B4<70000;B4*0,01;		
19	ЕСЛИ(B4<100000;B4*0,02;		
20	B4*0,03))		



1. Если объем продаж выше 130 тыс. руб. – задать 10 % вознаграждение, для тех, у которых объем продаж превышает 100 тыс. руб., но меньше 130 тыс. руб. – 5 % вознаграждение, для тех, у которых объем продаж не превышает 100 тыс. руб. – 3 %.

	E	F	G
2	Комиссионные торговых агентов		
3	Торговые агенты	Объем сделки	Размер вознаграждения
4	Алешин	55000,00	1650,00
5	Берестов	44209,00	
6	Волкова	155230,00	
7	Гришина	69845,00	
8	Дюкин	100000,00	
9	Ершова	116523,00	
10	Егоркина	33565,00	
11	Жуков	69954,00	
12	Зиминая	132685,00	
13	Имошин	131209,00	
14	Кутелова	78023,00	
15	Липов	150845,00	15084,50
16			78340,93
17			
18	=ЕСЛИ(F4<100000;0,03*F4;		
19	ЕСЛИ(И(F4>=100000;F4<130000);F4*0,05;F4*0,1))		
20			
21			



2. Если объем продаж выше 130 тыс. руб. – грамота и премия, для тех, у которых объем продаж превышает 100 тыс. руб., но меньше 130 тыс. руб. – премия, для тех, у которых объем продаж не превышает 100 тыс. руб. – грамота.

	I	J	K	L	M	N	O
2	Комиссионные торговых агентов						
3	Торговые агенты	Объем сделки	Размер вознаграждения				
4	Алешин	55000,00	грамота				
5	Берестов	44209,00					
6	Волкова	155230,00					
7	Гришина	69845,00					
8	Дюкин	100000,00					
9	Ершова	116523,00					
10	Егоркина	33565,00					
11	Жуков	69954,00					
12	Зиминая	132685,00					
13	Имошин	131209,00					
14	Кутелова	78023,00					
15	Липов	150845,00	грамота и премия				
16	Количество:						
17		грамота и премия	4				
18		премия	2				
19		грамота	6				

Задание 9.

Создать таблицу «Ведомость студента».

С16 $\text{=ПРОСМОТР}(B4;B4:B13;F4:F13)$						
№	A	B	C	D	E	F
1	1. По фамилии сотрудника определить образование, используя функцию <u>=ПРОСМОТР()</u>. Например, для Якунина.					
2	Первым аргументом функции ПРОСМОТР является ячейка B4, где мы указываем искомое значение, т.е. фамилию. Диапазон B4:B13 является просматриваемым, его еще называют просматриваемый вектор. Из соответствующей ячейки диапазона F4:F13 функция ПРОСМОТР возвращает результат, такой диапазон также называют вектором результатов. Нажав Enter, убеждаемся, что все верно.					
3	N П/П	ФАМИЛИЯ	ИМЯ	ОТЧЕСТВО	ДАТА РОЖДЕНИЯ	ОБРАЗОВАНИЕ
4	1	Якунина	Мария	Ивановна	05.01.1955	высшее
5	2	Юркевич	Любовь	Васильевна	14.07.1957	среднее спец.
6	3	Букина	Галина	Константиновна	12.05.1961	среднее спец.
7	4	Волков	Вячеслав	Васильевич	23.03.1941	среднее спец.
8	5	Титов	Игорь	Евгеньевич	12.08.1948	среднее
9	6	Григорьев	Наталья	Никитична	01.01.1960	среднее
10	7	Бусыгин	Владимир	Михайлович	07.07.1952	среднее спец.
11	8	Мишина	Татьяна	Николаевна	02.06.1969	высшее
12	9	Орлова	Галина	Геннадьевна	26.04.1956	среднее спец.
13	10	Васильева	Ольга	Николаевна	27.06.1971	высшее
14						
15		ФАМИЛИЯ	ОБРАЗОВАНИЕ			
16		Якунина	высшее			

№	A	B	C	D	E	F
1	2. Требуется по заданному номеру извлечь фамилию, используя функцию <u>=ВПР()</u>. Например, для Васильевой. $B16=ВПР(A13;A4:B13;2)$					
2	Из формулы видно, что первым аргументом функции ВПР является ячейка A13, где мы указываем искомый номер. Вторым выступает диапазон A4:B13, который показывает, где следует искать. И последний аргумент – это номер столбца, из которого необходимо вернуть результат. В нашем примере это второй столбец. Нажав Enter, мы получим нужный результат.					
3	N П/П	ФАМИЛИЯ	ИМЯ	ОТЧЕСТВО	ДАТА РОЖДЕНИЯ	ОБРАЗОВАНИЕ
4	1	Якунина	Мария	Ивановна	05.01.1955	высшее
5	2	Юркевич	Любовь	Васильевна	14.07.1957	среднее спец.
6	3	Букина	Галина	Константиновна	12.05.1961	среднее спец.
7	4	Волков	Вячеслав	Васильевич	23.03.1941	среднее спец.
8	5	Титов	Игорь	Евгеньевич	12.08.1948	среднее
9	6	Григорьев	Наталья	Никитична	01.01.1960	среднее
10	7	Бусыгин	Владимир	Михайлович	07.07.1952	среднее спец.
11	8	Мишина	Татьяна	Николаевна	02.06.1969	высшее
12	9	Орлова	Галина	Геннадьевна	26.04.1956	среднее спец.
13	10	Васильева	Ольга	Николаевна	27.06.1971	высшее

E17		fx		=ВПР(A11;\$A\$4:\$D\$13;2)		
	A	B	C	D	E	F
14						
15	N П/П	ФАМИЛИЯ				
16		Васильева				
17						
18						
19						

Вывести данные по номеру п/п (8,9,10), используя

N П/П	ФАМИЛИЯ
	Мишина
	Орлова
	Васильева

3. Например, в таблице ниже формула вернет число 5, поскольку фамилия "Титов" находится в пятой строке диапазона B4:B13.

Функция **ПОИСКПОЗ** возвращает относительное расположение ячейки в заданном диапазоне Excel, содержимое которой соответствует искомому значению. Т.е. данная функция возвращает не само содержимое, а его местоположение в массиве данных.

N П/П	ФАМИЛИЯ	ИМЯ	ОТЧЕСТВО	ДАТА РОЖДЕНИЯ	ОБРАЗОВАНИЕ
1	Якунина	Мария	Ивановна	05.01.1955	высшее
2	Юркевич	Любовь	Васильевна	14.07.1957	среднее спец.
3	Букина	Галина	Константиновна	12.05.1961	среднее спец.
4	Волков	Вячеслав	Васильевич	23.03.1941	среднее спец.
5	Титов	Игорь	Евгеньевич	12.08.1948	среднее
6	Григорьев	Наталья	Никитична	01.01.1960	среднее
7	Бусьгин	Владимир	Михайлович	07.07.1952	среднее спец.
8	Мишина	Татьяна	Николаевна	02.06.1969	высшее
9	Орлова	Галина	Геннадьевна	26.04.1956	среднее спец.
10	Васильева	Ольга	Николаевна	27.06.1971	высшее

14

15

5

=ПОИСКПОЗ(B8;B4:B13)

Исходный 1/2 3/4 5/6

4. В одиночку функция ПОИСКПОЗ, как правило, не представляет особой ценности, поэтому в Excel ее очень часто используют вместе с функцией ИНДЕКС.

Функция ИНДЕКС возвращает содержимое ячейки, которая находится на пересечении заданных строки и столбца. Например, в таблице ниже формула возвращает значение из диапазона B4:D13, которое находится на пересечении 1 строки и 2 столбца.

N П/П	ФАМИЛИЯ	ИМЯ	ОТЧЕСТВО	ДАТА РОЖДЕНИЯ	ОБРАЗОВАНИЕ
1	Якунина	Мария	Ивановна	05.01.1955	высшее
2	Юркевич	Любовь	Васильевна	14.07.1957	среднее спец.
3	Букина	Галина	Константиновна	12.05.1961	среднее спец.
4	Волков	Вячеслав	Васильевич	23.03.1941	среднее спец.
5	Титов	Игорь	Евгеньевич	12.08.1948	среднее
6	Григорьев	Наталья	Никитична	01.01.1960	среднее
7	Бусыгин	Владимир	Михайлович	07.07.1952	среднее спец.
8	Мишина	Татьяна	Николаевна	02.06.1969	высшее
9	Орлова	Галина	Геннадьевна	26.04.1956	среднее спец.
10	Васильева	Ольга	Николаевна	27.06.1971	высшее

Формула: `=ИНДЕКС(B4:D13;1;2)`

Результат: Мария

5. СОВМЕСТНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОИСКПОЗ И ИНДЕКС

Пусть ячейка B16 содержит указанную нами фамилию, например, Букина. А ячейка B17 - месяц, например октябрь. Введем в ячейку B18 соответствующую формулу и нажмем Enter.

ФАМИЛИЯ	Зарплата в рублях			
	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
Якунина	44000	48000	36000	50000
Юркевич	32000	42332	25333	31000
Букина	33000	36664	14666	22000
Волков	25333	30996	23999	23000
Титов	17666	25328	26668	24000
Григорьев	29999	19660	27335	25000
Бусыгин	42332	23992	28002	26000
Мишина	24665	28324	28669	27000
Орлова	26998	22656	29336	28000
Васильева	29331	26988	30603	29000

Использование: B16: Букина, B17: октябрь, B18: Зарплата, B18: 36664

Аргументы функции

ИНДЕКС

Массив: B5:B14 = {44000;48000;36000;50000;32000;31000;33000;25333;17666;29999;42332;24665;26998;29331}

Номер_строки: ПОИСКПОЗ(B16;A5:A14;0) = 3

Номер_столбца: ПОИСКПОЗ(B17;B4:E4;0) = 2

Результат: 36664

Возвращает значение или ссылку на ячейку на пересечении конкретной строки столбца, в данном диапазоне.

Номер_строки: строка в массиве, на которой нужно вернуть значение; если опущен - требуется указание номера строки.

Значение: 36664

Справка по этой функции

OK Отмена

	A	B	C	D	E	F
1	6. СУММА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОИСКПОЗ И ИНДЕКС					
2	Вычислить сумму за четыре месяца для Якуниной и Орловой					
3	ФАМИЛИЯ	Зарплата в рублях				ИТОГО
4		сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	
5	Якунина	44000	48000	36000	50000	178000
6	Юркевич	32000	42332	25333	31000	130665
7	Букина	33000	36664	14666	22000	106330
8	Волков	25333	30996	23999	23000	103328
9	Титов	17666	25328	26668	24000	93662
10	Григорьев	29999	19660	27335	25000	101994
11	Бусыгин	42332	23992	28002	26000	120326
12	Мишина	24665	28324	28669	27000	108658
13	Орлова	26998	22656	29336	28000	106990
14	Васильева	29331	26988	30003	29000	115322

Л13 \sum =СУММ(ИНДЕКС(B5:E14;ПОИСКПОЗ(J4;A5:A14;0));ПОИСКПОЗ(J5;B4:E4;0));ИНДЕКС(B5:E14;ПОИСКПОЗ(J6;A5:A14;0));ПОИСКПОЗ(J7;B4:E4;0));ИНДЕКС(B5:E14;ПОИСКПОЗ(J8;A5:A14;0));ПОИСКПОЗ(J9;B4:E4;0));ИНДЕКС(B5:E14;ПОИСКПОЗ(J8;A5:A14;0));ПОИСКПОЗ(J9;B4:E4;0))

	G	H	I	J	K	L	M	N	O
2									
3	Самостоятельное задание								
4	Укажите фамилию	Якунина	Укажите фамилию	Якунина					
5	Укажите должность	сентябрь	Укажите должность	октябрь					
6	Зарплата	44000	Зарплата	48000					
7									
8	Укажите фамилию	Якунина	Укажите фамилию	Якунина					
9	Укажите должность	ноябрь	Укажите должность	декабрь					
10	Зарплата	36000	Зарплата	50000					
11									
12	Сумма за четыре месяца								
13	178000		=ИНДЕКС(B5:E14;ПОИСКПОЗ(N8;A5:A14;0));ПОИСКПОЗ(N9;B4:E4;0))						
14									

Исходный / 1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6 / 7 / Лист 3

	A	B	C	D	E	F
1	САМОСТОЯТЕЛЬНО:					
2	№ П/П	ФАМИЛИЯ	ИМЯ	ОТЧЕСТВО	ДАТА РОЖДЕНИЯ	ОБРАЗОВАНИЕ
3	1	Якунина	Мария	Ивановна	05.01.1955	высшее
4	2	Юркевич	Любовь	Васильевна	14.07.1957	среднее спец.
5	3	Букина	Галина	Константиновна	12.05.1961	среднее спец.
6	4	Волков	Вячеслав	Васильевич	23.03.1941	среднее спец.
7	5	Титов	Игорь	Евгеньевич	12.08.1948	среднее
8	6	Григорьев	Наталья	Никитична	01.01.1960	среднее
9	7	Бусыгин	Владимир	Михайлович	07.07.1952	среднее спец.
10	8	Мишина	Гатьяна	Николаевна	02.06.1969	высшее
11	9	Орлова	Галина	Геннадьевна	26.04.1956	среднее спец.
12	10	Васильева	Ольга	Николаевна	27.06.1971	высшее
13						
14	1. По фамилии сотрудника ВОЛКОВА определить ОТЧЕСТВО , используя функцию =ПРОСМОТР().					
15	2. По заданному номеру 8 извлечь фамилию, используя функцию =ВПР(). Например, для МИШИНОЙ .					
16	3. В таблице вернуть число 4 , поскольку фамилия " ВОЛКОВ " находится в ЧЕТВЕРТОЙ строке, используя функцию =ПОИСКПОЗ().					

	A	B	C	D	E	F
1	В колонках A, B, C даны данные по суммам отгрузки товара, по договорным и фактическим датам оплаты. Необходимо выявить суммы, оплаченные в срок, и просроченные суммы. Также требуется установить количество просроченных сумм:					
2	Сумма отгрузки	Дата оплаты по договору	Дата оплаты фактическая	Суммы в срок	Суммы просроченные	=ЕСЛИ(С3>В3;А3;"-")
3	50000	01.04.2016	06.04.2016	-	50000	
4	31000	10.04.2016	08.04.2016	31000	-	
5	22000	05.04.2016	05.04.2016	22000	-	
6	23000	25.02.2016	26.02.2016	-	23000	
7	24000	11.04.2016	10.04.2016	24000	-	
8	25000	26.05.2016	24.05.2016	25000	-	
9	26000	10.07.2016	07.07.2016	26000	-	
10	27000	24.08.2016	20.08.2016	27000	-	
11				155000	73000	
12			Количество просроченных сумм:		2	

	A	B	C	D	E	F
1	Дан период дат, а также даты и соответствующие суммы. Требуется распределить по разным колонкам суммы, попадающие и не попадающие в период дат:					
2		Период	01.02.2016	11.04.2016		
3	Дата	Сумма	Сумма попадает в период	Сумма не попадает в период	=ЕСЛИ(НЕ(И({A4>=\$C\$2; A4<=\$D\$2}));B4;"")	
4	01.04.2016	50000	31000	-		
5	10.04.2016	31000	22000	-		
6	05.04.2016	22000	23000	-		
7	25.02.2016	23000	24000	-		
8	11.04.2016	24000	25000	-		
9	26.05.2016	25000	-	25000		
10	10.07.2016	26000	-	26000		
11	24.08.2016	27000	-	27000		
12		ИТОГО:	125000	78000		

Задание 10.

Создать таблицу «Расчет заработной платы». Произвести расчеты по справочным формулам.

Справочные формулы	
$Оклад = Тариф * Базовая\ величина$	$Начислено = Оклад + Надбавка + Премия$
$Премия = \% \text{ премии} * Оклад$	$Подоходный\ налог = \% \text{ налога} * Начислено$
$Надбавка = \% \text{ надбавки} * Оклад$	$Профсоюз = \% \text{ взноса} * Начислено$
$К\ выдаче = Начислено - (Подоходный\ налог + Профсоюз)$	

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Расчет заработной платы								
2	Должность	Тариф	Оклад	Надбавка	Премия	Начислено	Подоходный налог	Профсоюз	К выдаче
3	Профессор	7,54							
4	Доцент	6,59							
5	Ст. преподав.	6,04							
6	Преподаватель	5,52							
7									
8	Базовая величина	% надбавки	% премии	% налога	% взноса				
9	18 000	10%	25%	9%	2%				

Контрольные вопросы и задания

1. Для чего используется электронная таблица?
2. Как называется документ в программе Excel? Из чего он состоит?
3. Каковы особенности типового интерфейса табличных процессоров?
4. Какие типы констант могут содержать электронные таблицы?
5. Какие данные называют зависимыми, а какие независимыми?
6. По какому признаку программа определяет, что введенные данные являются не значением, а формулой?
7. Что в Excel используется в формулах в качестве операндов?
8. Что такое формула в электронной таблице и ее типы? Приведите примеры.
9. Что такое функция в электронной таблице и ее типы? Приведите примеры.
10. Поясните, для чего используются абсолютные и относительные адреса ячеек? Как они выглядят?
11. Что такое автозаполнение?
12. Каков приоритет выполнения операций в арифметических формулах Excel?
13. Как можно “размножить” содержимое ячейки?
14. Как посмотреть и отредактировать формулу, содержащуюся в ячейке?
15. Какой тип адресации используется в Excel по умолчанию?
16. В чем состоит удобство применения относительной и абсолютной адресации при заполнении формул?
17. Что такое диапазон, как его выделить?
18. Как защитить содержимое ячеек электронной таблицы от несанкционированного доступа и внести изменения?
19. Укажите, какие Вы знаете типы диаграмм, используемых для интерпретации данных электронной таблицы. Поясните, когда следует или не следует использовать каждый из них.
20. Какие способы объединения нескольких исходных электронных таблиц в одну Вам известны?
21. Как использовать электронную таблицу для моделирования по типу решения задачи “Что будет, если...”?
22. Какая текстовая функция позволяет объединить в одной ячейке текстовую информацию из нескольких ячеек?
23. Какая функция позволяет вычислить количество символов в ячейке?
24. Какая функция возвращает заданное число знаков из строки текста, начиная с указанной позиции?
25. Какая функция возвращает указанное количество знаков с начала строки?
26. Какая функция возвращает указанное количество знаков с конца строки?
27. Какая функция форматирует число и преобразует его в текст?

- 28.Какая функция возвращает позицию начала искомой строки текста в содержащей ее строке текста?
- 29.К какой категории относится функция ЕСЛИ?
- 30.К какой категории относится функция ПОИСКПОЗ?
- 31.Какие основные типы данных используются в Excel?
- 32.Как записывается логическая команда в Excel?
- 33.Для чего можно использовать клавишу F4 в Excel?
- 34.Для чего используется добавление символа \$ в адресной ячейке?
- 35.Каким символом выделяется действие «Вставить функцию»?
- 36.Каким образом скопировать число из ячейки?
- 37.Как скопировать число из ячейки с шагом 1?
- 38.Как скопировать число из ячейки с произвольным шагом?
- 39.Как заполнить недели текстом «понедельник», «вторник» и т. д.?
- 40.Как заполнить строку названием месяцев: «янв.», «фев.», . . . ?
- 41.Что такое блок ячеек?
- 42.Как выделить блок контурной линией?
- 43.Как залить блок определенным цветом?
- 44.Как удалить из блока все числа?
- 45.Как удалить линии блока?
- 46.Как удалить раскраску блока?
- 47.Как объединить ячейки?
- 48.Как расположить текст в ячейке по центру или в правой его части?
- 49.Как осуществить сортировку чисел по убыванию?
- 50.Как округлить значение числа в ячейке до 2-х знаков в дробной части?
- 51.Как построить гистограмму?
- 52.Как построить график?
- 53.Как построить круговую диаграмму?
- 54.Какое отличие между листом и книгой?
- 55.Как называется документ в программе Excel?
- 56.Что такое активная ячейка?
- 57.Может ли ячейка содержать текст, формулу, число?
- 58.С какого символа начинается формула в ячейке?
- 59.Какие действия следует выполнить при помощи поиска ошибок?
- 60.Что такое понятие «Влияющие ячейки», «Зависимые ячейки»?

===

Тест на знание Excel с ответами

Примечание. Правильные ответы отмечены символом +.

1. Основное назначение электронных таблиц.

- а) редактировать и форматировать текстовые документы;
- +в) выполнять расчет по формулам;

г) нет правильного ответа.

2. Какие действия выполняются в электронной таблице?

а) производится обработка текстовых данных;

+ б) при изменении данных автоматически пересчитывается результат;

в) выполняются чертежные работы.

3. Можно ли в ЭТ построить график, диаграмму по числовым значениям таблицы?

+а) да;

б) нет.

4. Основным элементом электронных таблиц является:

а) цифры;

+б) ячейки;

в) данные.

5. Какая программа не является электронной таблицей?

а) Excel;

б) Superkalk;

+в) Word.

6. Как называется документ в программе Excel?

а) рабочая таблица;

+б) книга;

в) страница.

7. Рабочая книга состоит из:

а) нескольких рабочих страниц;

+б) нескольких рабочих листов;

в) нескольких ячеек.

8. Наименьшей структурной единицей внутри таблицы является:

а) строка;

+б) ячейка;

в) столбец.

9. Укажите правильный адрес ячейки:

а) Ф7;

+б) L6;

в) 7В.

10. С какого знака начинается формула в ячейке:

а)";

б) №;

+в) =.

11. Какая ячейка называется активной?

а) любая;

+ б) та, которая выделена;

в) заполненная числами.

12. Какой знак отделяет целую часть числа от дробной

а) :

б) ;

в) ,

13. Как можно задать округление числа в ячейке?

а) используя формат ячейки;

б) используя функцию ОКРУГЛ();

+в) оба предыдущие ответа правильные.

14. В качестве диапазона не может выступать...

а) фрагмент строки или столбца;

б) прямоугольная область;

+в) группа ячеек: A1, B2, C3.

15. Что не является типовой диаграммой в таблице?

а) круговая;

+б) сетка;

в) гистограмма.

16. К какой категории относится функция ЕСЛИ?

а) математической;

б) статистической;

+в) логической.

17. Какие основные типы данных в Excel?

а) числа, формулы;

+б) текст, числа, формулы;

в) цифры, даты, числа.

18. Как записывается логическая команда в Excel?

а) если (условие, действие1, действие 2);

б) (если условие, действие1, действие 2);

+в) =если(условие; действие1; действие 2).

19. Как понимать сообщение # знач! при вычислении формулы?

а) формула использует несуществующее имя;

б) формула ссылается на несуществующую ячейку;

+в) ошибка при вычислении функции.

20. Что означает появившийся символ в ячейке #####?

+а) ширина ячейки меньше длины вводимого числа;

б) ошибка в формуле вычислений;

в) отсутствие результата.

21. В электронных таблицах нельзя удалить:

а) текстовые данные ячеек;

+ б) имена ячеек;

в) столбцы.

22. Минимальной составляющей таблицы является:

+ а) ячейка;

б) строка;

в) книга.

23. В электронной таблице имя ячейки образуется:

а) произвольным образом;

- б) путем соединения имен строки и столбца;
+ в) путем соединения имени столбца и строки.

24. Рабочая книга табличного процессора состоит из:

- а) таблиц;
б) строк и столбцов;
+ в) листов.

25. Какие типы диаграмм позволяют строить табличные процессоры?

- + а) График, точечная, линейчатая, гистограмма, круговая;
б) коническая, плоская, поверхностная, усеченная;
в) гистограмма, график, локальное пересечение, аналитическая.

26. Категория математические используют функции:

- + а) ABS, COS, TAN, ОКРУГЛ, ПИ, СУММ;
б), СУММ, ВЫБОР, ПОИСКПОЗ;
в) ABS, COS, СТРОКА, ТРАНСП.

27. В какой категории находится функция ПОИСКПОЗ:

- а) математическая;
+ б) ссылки и массивы;
в) логическая.

28. Документ табличного процессора Excel по умолчанию называется:

- + а) книгой;
б) томом;
в) таблицей.

29. В Excel могут использоваться следующие типы данных:

- а) матричный, временной, математический, текстовый, денежный;
б) банковский, целочисленный, дробный, текстовый, графический;
+ в) числовой, денежный, финансовый, дата, время, процентный.

30. Какова структура рабочего листа табличного процессора?

- а) строки, столбцы, командная строка, набор функций;
б) ячейки, набор функций, строка состояния;
+ в) строки и столбцы, пересечения которых образуют ячейки.

30. Как называется документ, созданный в Excel?

- + а) рабочая книга;
б) рабочий лист;
в) рабочая область.

31. В виде чего нельзя отобразить данные в электронной таблице?

- а) чисел и букв;
+ б) оператора;
в) формул.

31. Приведен фрагмент электронной таблицы:

	A	B	C
1	4	5	9
2	7	10	
3	8	20	
4			
5			

Формула в ячейке C4: $=\$A\$1+B1$

Чему будет равно число в ячейке С3, при относительном копировании вниз по столбцу из ячейки С1?

- а) 28;
- + б) 24;
- в) 9.

32. Что означает запись =\$A\$5:

- + а) ссылка на абсолютный адрес строки и столбца;
- б) ссылка на абсолютный адрес строк;
- в) ссылка на абсолютный адрес столбца.

33. Расширение файлов, созданных в MS Excel – это:

- + а) .xls;
- б) .doc;
- в) .bmp.

34. Координата в электронной таблице – это адрес:

- + а) клетки в электронной таблице;
- б) данных в столбце;
- в) клетки в строке.

35. Какие типы фильтров существуют в табличном процессоре Excel?

- а) тематический фильтр, автофильтр;
- + б) автофильтр, расширенный фильтр;
- в) текстовый фильтр, числовой фильтр.

36. Наиболее наглядно будет выглядеть представление средних зарплат представителей разных профессий в виде:

- а) круговой диаграммы;
- б) ярусной диаграммы;
- + в) столбчатой диаграммы.

37. 40 ячеек электронной таблицы содержится в диапазоне:

- + а) E2:H11;
- б) A15:D25;
- в) C4:F15.

38. Укажите на абсолютный адрес ячейки:

- а) D\$3\$;
- б) D3;
- + в) \$D\$3.

39. Скопированные или перемещенные абсолютные ссылки в электронной таблице:

- + а) не изменяются;
- б) преобразуются в соответствии с новым положением формулы;
- в) преобразуются в соответствии с новым видом формулы.

40. Активная ячейка – это ячейка:

- а) с формулой, в которой содержится абсолютная ссылка;
- + б) в которую в данный момент вводят данные;
- в) с формулой, в которой содержится относительная ссылка.

41. Отличием электронной таблицы от обычной является:

+ а) автоматический пересчет задаваемых формулами данных в случае изменения исходных;

б) представление связей между обрабатываемыми данными;

в) обработка данных различного типа.

42. В табличном процессоре Excel столбцы:

+ а) обозначаются буквами латинского алфавита;

б) обозначаются римскими цифрами;

в) получают имя произвольным образом.

43. Символ « \Rightarrow » в табличных процессорах означает:

а) фиксацию абсолютной ссылки;

+ б) начало ввода формулы;

в) фиксацию относительной ссылки.

44. Какого элемента структуры электронной таблицы не существует?

а) полосы прокрутки;

б) строки формул;

+ в) командной строки.

45. Числовое выражение $15,7E+4$ из электронной таблицы означает число:

+ а) 157000;

б) 157,4;

в) 0,00157.

46. В одной ячейке можно записать:

+ а) только одно число;

б) одно или два числа;

в) сколько угодно чисел.

47. Подтверждение ввода в ячейку осуществляется нажатием клавиши:

а) Tab;

б) F6;

+ в) Enter.

48. Содержимое активной ячейки дополнительно изображается в:

а) поле имени;

+ б) строке формул;

в) строке состояния;

49. Укажите верную запись формулы:

а) B10C11+64;

+ б) =D3*D4-D5;

в) A1=A3+2*B1.

50. Маркер автозаполнения появляется, когда курсор устанавливают:

+ а) в правом нижнем углу активной ячейки;

б) в левом верхнем углу активной ячейки;

в) по центру активной ячейки.

51. Диапазоном не может быть:

а) прямоугольная область;

б) фрагмент столбца;

+ в) Группа ячеек D1, E2, F3.

52. Можно ли убрать сетку в электронной таблице Excel?

а) нет;

+ б) да;

в) да, если снята защита от редактирования таблицы.

53. Каким символом выделяется действие: вставить функцию?

+ а) fx ;

б) $f(x)$;

в) Vx .

54. Что означает запись $=\$B6$?

+ а) абсолютная ссылка на колонку В;

б) абсолютная ссылка на ячейку В6.

в) ошибка в записи адреса ячейки.

55. Что означает запись $=B\$6$?

+ а) абсолютная ссылка на строку 6;

б) абсолютная ссылка на ячейку В6;

в) ошибка в записи адреса ячейки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айзек, М.П. Вычисления, графики и анализ данных в Excel 2010. Самоучитель / М.П. Айзек. - СПб.: Наука и техника, 2013. - 352 с.
2. Айзек, М.П. Вычисления, графики и анализ данных в Excel 2010: Самоучитель / М.П. Айзек, В.В. Серогодский, М.В. Финков. - СПб.: НиТ, 2013. - 352 с.
3. Айзек, М.П. Вычисления, графики и анализ данных в Excel 2013. Самоучитель / М.П. Айзек. - СПб.: Наука и техника, 2015. - 416 с.
4. Долженков, В.А. Самоучитель Excel 2010 / В.А. Долженков, А.Б. Стученков. - СПб.: БХВ-Петербург, 2013. - 400 с.
5. Леонов, В. Word и Excel. Простой и понятный самоучитель / В. Леонов. - М.: Эксмо, 2016. - 352 с.
6. Леонтьев, В.П. Excel 2016. Новейший самоучитель / В.П. Леонтьев. - М.: Эксмо, 2016. - 128 с.
7. Серогодский, В. Excel 2013. 2 в 1: Пошаговый самоучитель + справочник пользователя / В. Серогодский. - СПб.: Наука и техника, 2016. - 400 с.
8. Серогодский, В.В. Excel 2010. Пошаговый самоучитель + справочник пользователя / В.В. Серогодский. - СПб.: Наука и техника, 2012. - 400 с.
9. Серогодский, В.В. Excel 2010. Пошаговый самоучитель + справочник пользователя / В.В. Серогодский, Р.Г. Прокди, А.Ю. Дружинин. - СПб.: НиТ, 2012. - 400 с.
10. Шагаков, К.И. Визуальный самоучитель Word и Excel / К.И. Шагаков. - М.: Эксмо, 2013. - 224 с.

Учебное издание

Валентин Александрович Боровков

Светлана Михайловна Колмогорова

В. А. Боровков, С. М. Колмогорова

**ИНФОРМАТИКА.
ТАБЛИЧНЫЙ ПРОЦЕССОР EXCEL**

*Учебно-методическое пособие
по дисциплине «Информатика» для студентов
всех технологических специальностей
очного и заочного обучения*

Редактор В. В. Баклаева

Компьютерная верстка В. А. Боровкова

Подписано в печать

Бумага офсетная. Формат 60 x 84 1/16.

Гарнитура Times New Roman. Печать на ризографе.

Печ. л. Уч.-изд. л. Тираж 100. Заказ

Издательство УГГУ

620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30

Уральский государственный горный университет

Отпечатано с оригинал-макета

в лаборатории множительной техники УГГУ



Министерство образования и науки РФ
ФГБОУ ВО
«Уральский государственный
горный университет»

В. А. Боровков, С. М. Колмогорова

ИНФОРМАТИКА. ТЕКСТОВЫЙ РЕДАКТОР WORD

***Учебно-методическое пособие
по дисциплине «Информатика» для студентов
всех технологических специальностей
направления подготовки
21.05.04 – «Горное дело»
очного и заочного обучения***



Екатеринбург – 2017

Министерство образования и науки РФ
ФГБОУ ВО
«Уральский государственный
горный университет»

ОДОБРЕНО
Методической комиссией
Института мировой
экономики
«30» января 2017 г.
Председатель комиссии
_____ проф. Л. А. Мочалова

В. А. Боровков, С. М. Колмогорова

ИНФОРМАТИКА. ТЕКСТОВЫЙ РЕДАКТОР WORD

*Учебно-методическое пособие
по дисциплине «Информатика» для студентов
всех технологических специальностей
направления подготовки
21.05.04 – «Горное дело»
очного и заочного обучения*

УДК 004.9 (072)

Б83

Рецензент: *В. П. Некрасов, канд. техн. наук, профессор* кафедры информационных систем и технологий УрТИСИ

Учебно-методическое пособие рассмотрено на заседании кафедры информатики «18» января 2017 г. (протокол № 4) и рекомендовано для издания в УГГУ

Боровков В. А., Колмогорова С. М.

Б83 ИНФОРМАТИКА. ТЕКСТОВЫЙ РЕДАКТОР WORD: учебно-методическое пособие по дисциплине «Информатика» для студентов всех технологических специальностей направления подготовки 21.05.04 – «Горное дело» очного и заочного обучения / В. А. Боровков, С. М. Колмогорова; Урал.гос. горный ун-т. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2017. – 89 с.

В учебно-методическом пособии «ИНФОРМАТИКА. ТЕКСТОВЫЙ РЕДАКТОР WORD» представлен лекционный материал и приведены лабораторные работы, а так же предложены вопросы для самоконтроля изучаемого материала. В конце учебно-методического пособия приведен список рекомендуемой литературы. Объем учебно-методического пособия 92 с. текста.

Учебно-методическое пособие предназначено для студентов всех технологических специальностей по направлению подготовки 21.05.04 – «Горное дело» очного и заочного обучения, а так же будет полезно др. специалистам, осваивающим работу с текстовым редактором Word 2010.

© Боровков В. А., Колмогорова С. М., 2017
© Уральский государственный горный университет, 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

<u>ВВЕДЕНИЕ</u>	4
<u>1. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ПОСОБИЯ</u>	5
<u>2. ТЕМЫ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ТЕКСТОВОГО РЕДАКТОРА MS WORD</u>	6
<u>2.1. Интерфейс Microsoft Word 2010</u>	6
<u>2.2. Работа с файлами</u>	11
<u>2.3. Работа с документом</u>	15
<u>2.4. Создание текста</u>	17
<u>2.5. Оформление текста</u>	22
<u>2.6. Редактирование документа. Шрифт</u>	32
<u>2.7. Оформление текста. Абзацы</u>	41
<u>2.8. Оформление текста. Списки</u>	45
<u>2.9. Оформление текста. Стили и темы</u>	48
<u>2.10. Создание таблиц</u>	50
<u>2.11. Рисунки и графические объекты Ms Word</u>	59
<u>2.12. Рассылки и слияние</u>	63
<u>2.13. Работа с колонтитулами</u>	72
<u>2.14. Подготовка к печати и печать документа</u>	74
<u>3. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ</u>	75
<u>4. ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ИЗУЧЕННОГО МАТЕРИАЛА ПО КУРСУ</u> <u>ИНФОРМАТИКА. ТЕКСТОВЫЙ РЕДАКТОР WORD</u>	80
<u>СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ</u>	87

ВВЕДЕНИЕ

Изучение текстового редактора MS WORD интегрированного пакета Office является обязательным элементом при освоении курса информатики.

Поэтому учебно-методическое пособие по изучению курса информатики с использованием текстового редактора MS Word соответствует изучению курса информатики по Государственному образовательному стандарту (ГОС) и предназначено для студентов всех технологических специальностей направления подготовки 21.05.04 – «Горное дело» очного и заочного обучения.

В учебно-методическом пособии материал представлен по схеме читаемого лекционного курса в виде 14 лекций, 8 лабораторных работ и 310 контрольных вопросов, позволяющих усвоить работу в текстовом редакторе MS Word.

Темы занятий следующие:

- Интерфейс Microsoft Word 2010 (Тема 1).
- Работа с файлами (Тема 2).
- Работа с документом (Тема 3).
- Создание текста (Тема 4).
- Редактирование текста (Тема 5).
- Оформление текста. Шрифт (Тема 6).
- Оформление текста. Абзацы (Тема 7).
- Оформление текста. Списки (Тема 8).
- Оформление текста. Стили и темы (Тема 9).
- Создание таблиц (Тема 10).
- Рисунки и графические объекты в MS Word (Тема 11).
- Рассылки и слияние (Тема 12).
- Работа с колонтитулами (Тема 13).
- Подготовка к печати и печать документа (Тема 14).

Лабораторные работы состоят из следующих заданий:

- создание текста;
- маркированный, нумерованный, многоуровневый список;
- работа с таблицей, преобразование текста в таблицу (и наоборот);
- изменение направления текста в таблице;
- создание колонок в таблице с разделителем и буквицей, создание 3-х колонок с маркированным списком;
- создание колонтитула с номерами страниц;
- создание оглавления;
- методы ввода формул в ячейки таблицы;

- примеры использования математических функций;
- рассмотрены практические примеры вычислений (Задание 1, Задание 2, Задание 3, Задание 4).

В конце учебно-методического пособия приведен список рекомендуемой литературы.

1. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ПОСОБИЯ

В соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (ГОС) студентам очного и заочного обучения по всем технологическим специальностям направления подготовки 21.05.04 – «Горное дело» необходимо знать работу текстово-графического редактора MS Word и уметь им пользоваться.

«Информатика» как учебная дисциплина дает комплекс знаний, умений и навыков в области информатики и базируется на знаниях, полученных студентами еще в школе при изучении учебной дисциплины «Информатика», и является фундаментом для успешного применения информационных технологий в процессе обучения и последующей профессиональной деятельности.

Базовые знания образуют основу дисциплины. С учетом того, что студенты имеют разный уровень подготовки, то для одних данный материал будет повторением школьного, поэтому изучение его необходимо ставить на более высокий уровень. Для других – это новый материал, и уже с самого начала необходима четкость в определении всех новых понятий дисциплины.

Технологическая часть дисциплины связана с практическим освоением ПК, приобретением умений и навыков работы в наиболее распространенных программных средах. Дисциплина ориентирована на изучение операционной системы Windows и пакета программ MS Office (в данном разделе это в основном текстовый редактор MS Word).

В качестве основы для изучения курса следует взять приведенный здесь перечень лекций, примеры лабораторных работ и один из учебников. Не следует с первых шагов использовать несколько источников и пытаться ответить на все поставленные вопросы.

При изучении теоретического материала каждой темы следует по учебно-методическому пособию ознакомиться с её содержанием и требованиями к объему знаний. Освоив теоретический материал, необходимо самостоятельно, без помощи литературы, сделать попытку ответить на вопросы по теме. Если где-то не получается быстро освоить материал, то пройденный материал необходимо повторить. С каждой темой связан перечень основных навыков работы с редактором MS Word.

2. ТЕМЫ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ТЕКСТОВОГО РЕДАКТОРА MS WORD

2.1. ИНТЕРФЕЙС MICROSOFT WORD 2010

Данная тема знакомит с интерфейсом Microsoft Word 2010. Представлены основные элементы интерфейса. Знакомство с лентой инструментов. Перечислены вкладки окна Microsoft Word 2010, описаны способы работы с элементами управления: кнопками, списками и др.

Запуск текстового редактора Word

Для запуска текстового редактора Word могут быть рекомендованы следующие способы:

- нажать левой клавишей манипулятора «Мышь» кнопку «Пуск» на панели задач, далее выбрать в меню пункт Программы (Все программы), затем «Microsoft Word»;

- в меню кнопки «Пуск» может находиться позиция «New Office Document», которая позволит запустить нужное приложение в режиме создания нового документа.

Существует еще несколько способов запуска текстового редактора Word для создания нового документа. Одним из самых простых способов запуска редактора является использование пиктограммы редактора MS Word, который выведен на рабочий стол Windows.

Главный элемент пользовательского интерфейса Microsoft Word 2010 представлен в виде **Ленты** (рис. 1), на которой размещаются все основные наборы команд, сгруппированные по темам на отдельных вкладках или группах.

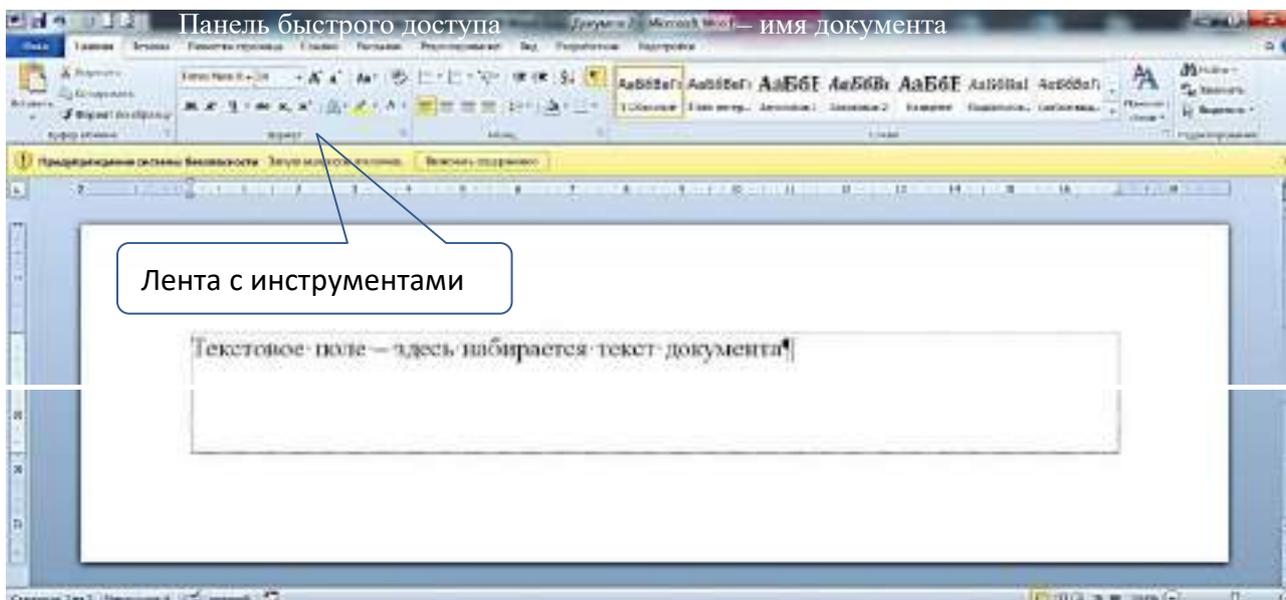


Рис. 1. Рабочее окно Word 2010

Несмотря на то, что часть инструментов скрыта, все они остаются доступны. Достаточно щелкнуть по значку или стрелке кнопки названия группы (рис. 2) и эти элементы тут же отражаются на экране.

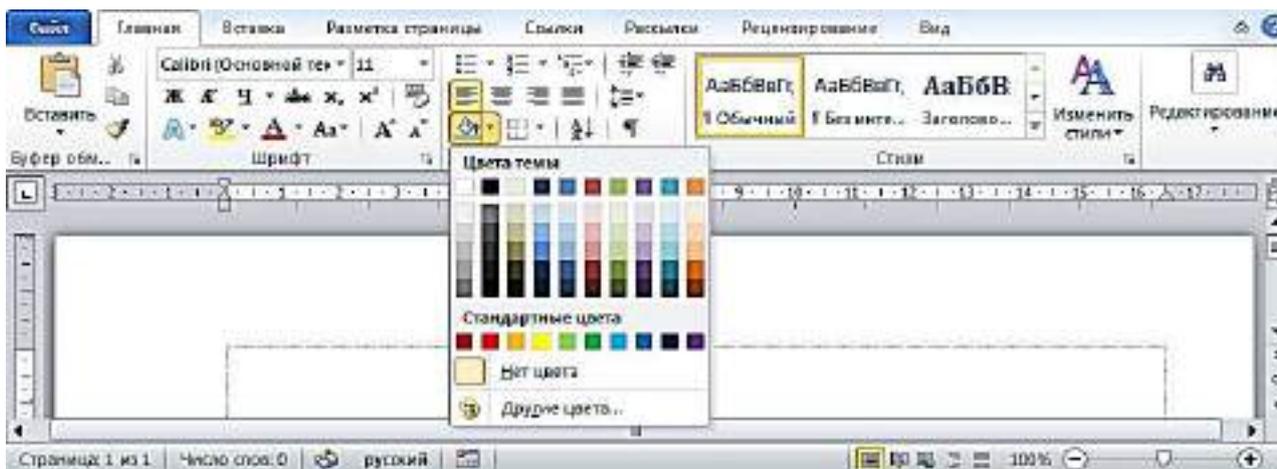


Рис. 2. Пример отображение скрытых элементов ленты вкладки **Главная**

Ленту можно настраивать: переименовывать и изменять последовательность расположения постоянных вкладок, создавать новые вкладки и удалять их, создавать, удалять, изменять расположение групп элементов на вкладках, добавлять и удалять отдельные элементы и др.

Настройка ленты производится в категории **Настройка ленты** окна **Параметры Word** (рис. 3). Для восстановления стандартных настроек ленты достаточно нажать кнопку **Сброс** и выбрать необходимую команду для восстановления выбранной вкладки ленты или для сброса всех изменений ленты.

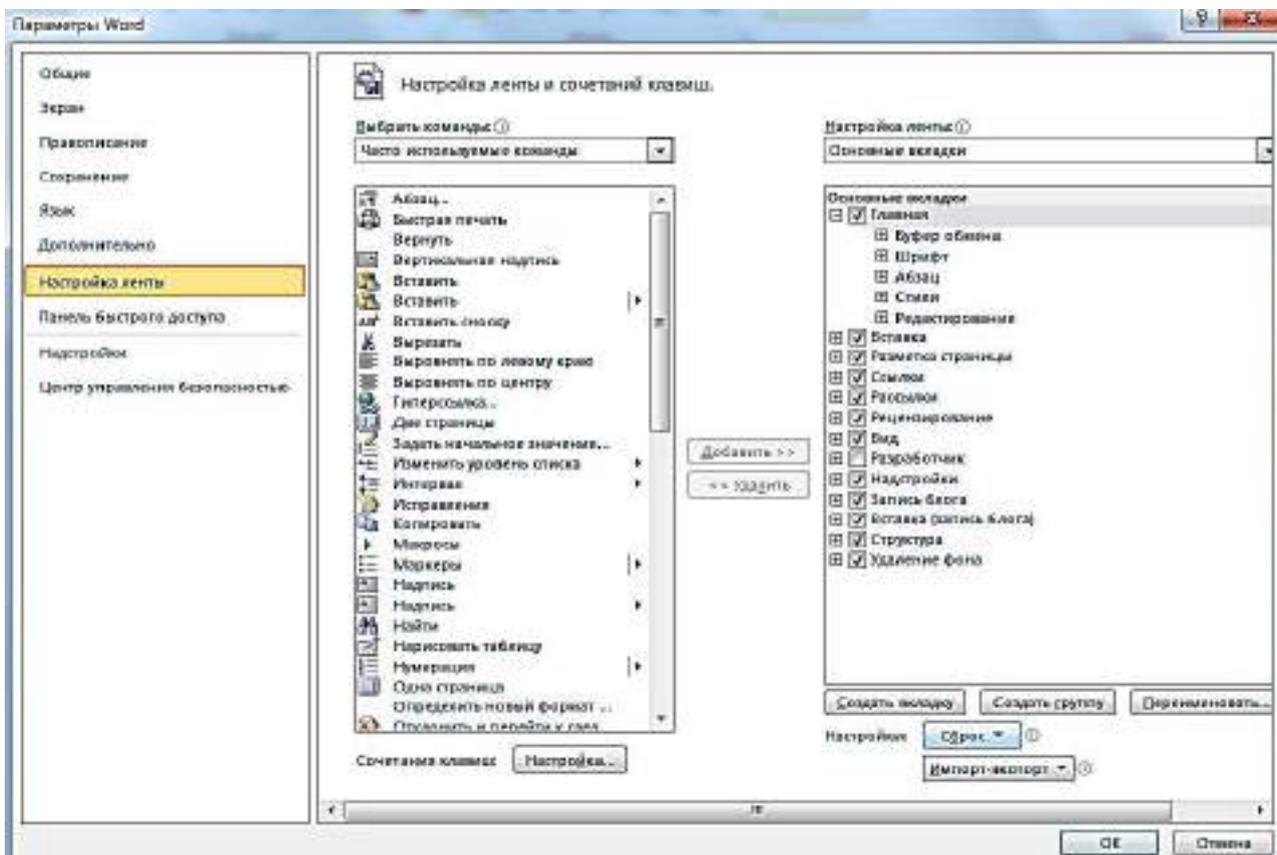


Рис. 3. Настройка ленты

Вкладка – это составляющая часть ленты с командами, сгруппированными по задачам, которые чаще всего выполняются совместно.

При запуске Word 2010 всегда открывается на вкладке **Главная**. По умолчанию в окне отображается восемь постоянных вкладок: **Файл**, **Главная**, **Вставка**, **Разметка страницы**, **Ссылки**, **Рассылки**, **Рецензирование**, **Вид**.

Группа – это набор команд, сформированных по принципу наибольшей совместимости. В группах располагаются кнопки для выполнения определенных команд или активации меню.

Вкладка (меню) «**Файл**».

Вкладка **Файл** всегда расположена в ленте первой слева. По своей сути вкладка **Файл** представляет собой меню (рис. 4).

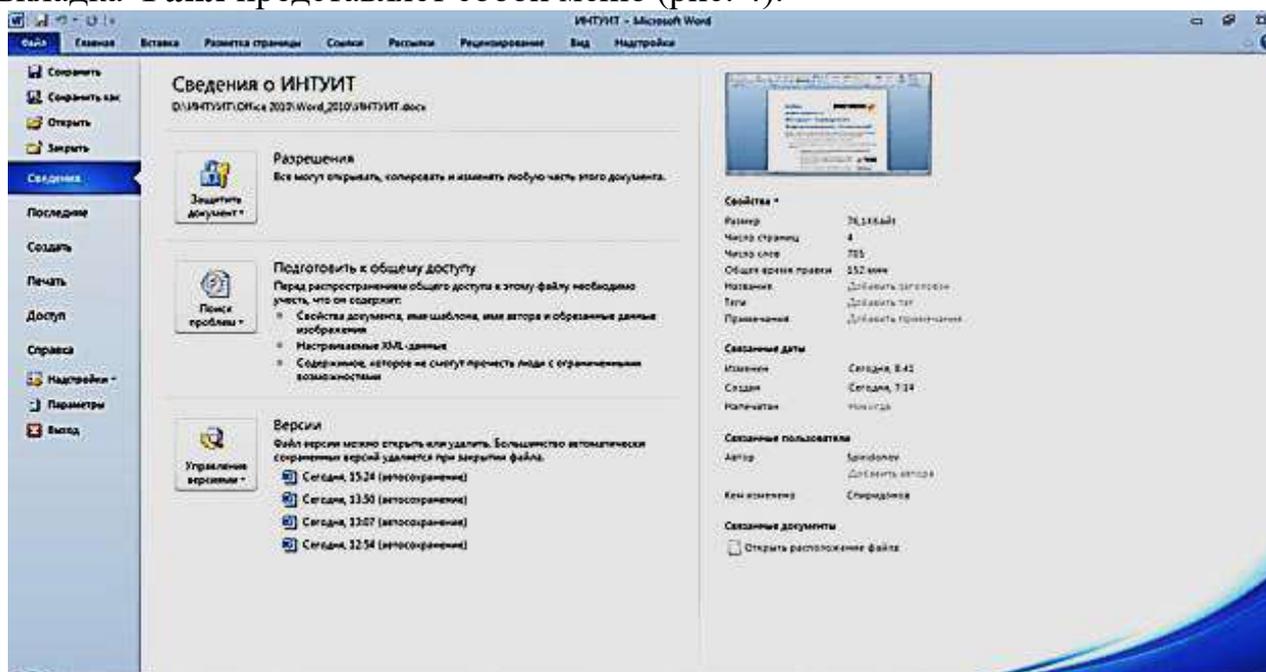


Рис. 4. Вкладка (меню). Файл раздел Сведения

Меню содержит команды для работы с файлами (**Сохранить**, **Сохранить как**, **Открыть**, **Закреть**, **Последние**, **Создать**), для работы с текущим документом (**Сведения**, **Печать**, **Доступ**), а также для настройки MS Word (**Справка**, **Параметры**).

Команды **Сохранить как** и **Открыть** вызывают соответствующие окна для работы с файловой системой.

Команда **Сведения** (см. рис. 4) открывает раздел вкладки для установки защиты документа, проверки совместимости документа с предыдущими версиями Word, работы с версиями документа, а также просмотра и изменения свойства документа.

Команда **Последние** открывает раздел вкладки со списком последних файлов, с которыми работали в Word, в том числе и закрытых файлов (рис. 5).

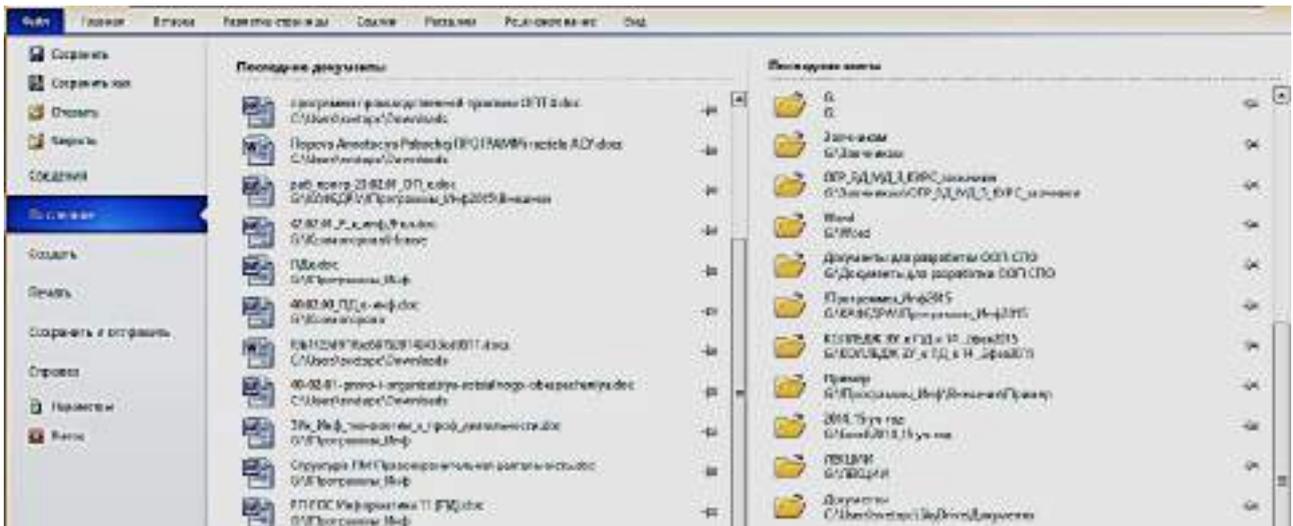


Рис. 5. Вкладка (меню). Файл раздел «Последние»

Команда **Создать** открывает раздел вкладки с шаблонами для создания новых документов (рис. 6).



Рис. 6. Вкладка (меню). Файл раздел «Создать»

Команда **Печать** открывает раздел вкладки для настройки и организации печати документа, а также предварительного просмотра документа (рис. 7).

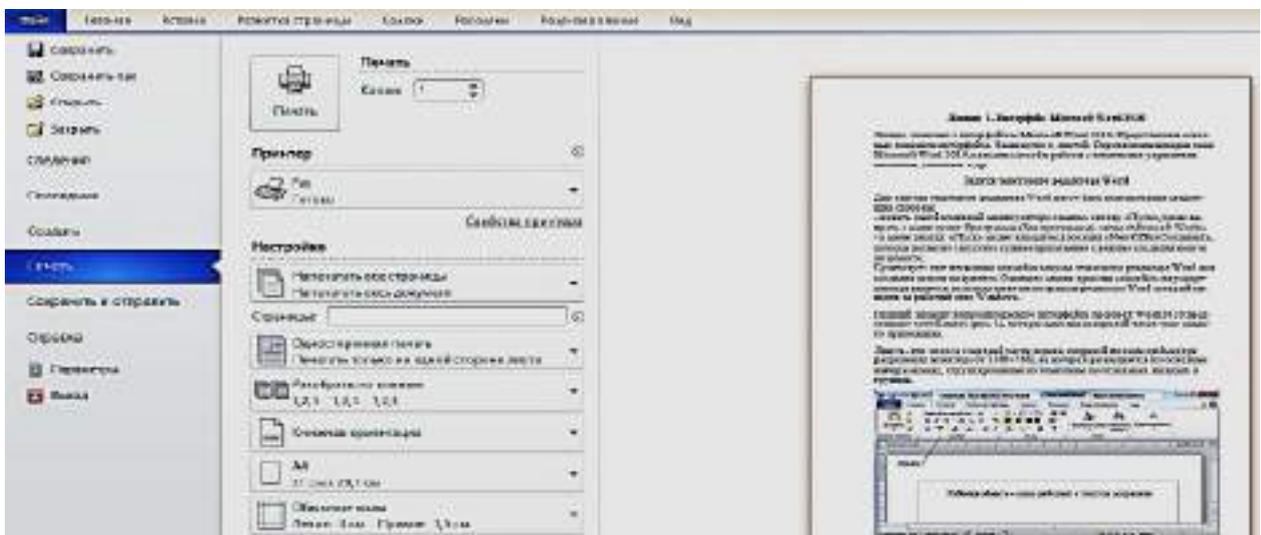


Рис. 7. Вкладка (меню). Файл раздел «Печать»

2.2. РАБОТА С ФАЙЛАМИ

Открытие файлов Word

Для *открытия файла* выполняются следующие действия:

1. Перейти во вкладку **Файл** и выбрать команду **Открыть** (рис. 11).

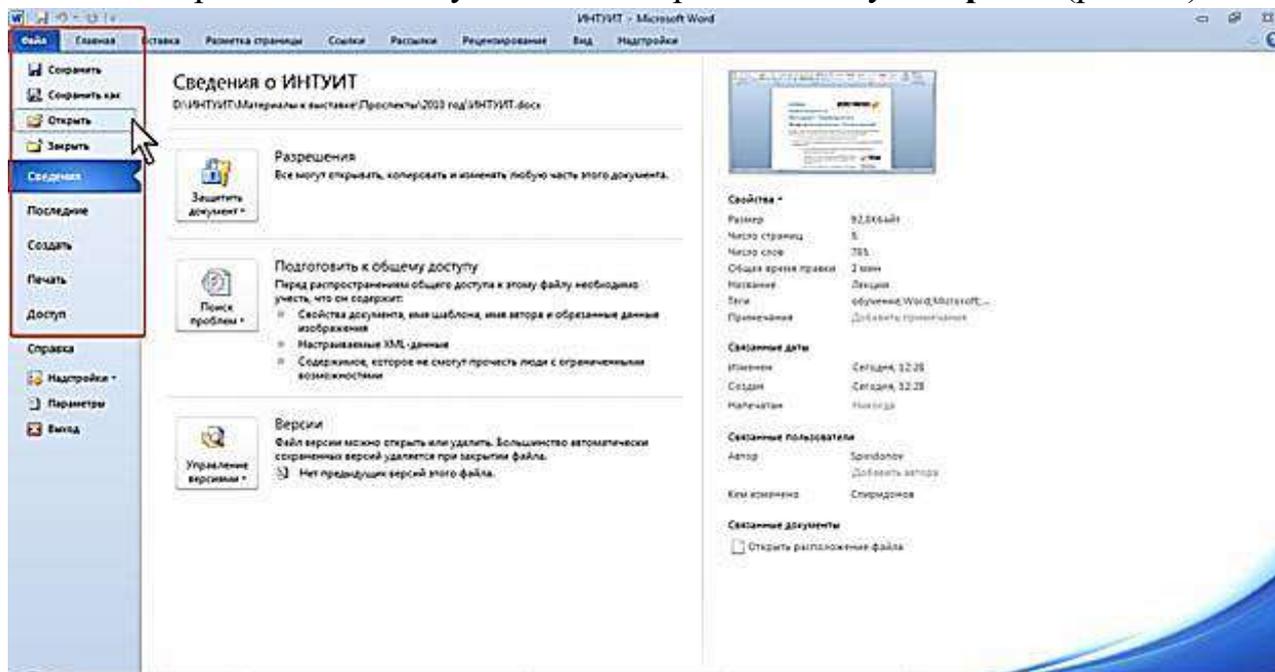


Рис. 11. Открытие файла

2. В окне **Открытие документа** перейти к папке или библиотеке, содержащей нужный файл, и щелкнуть два раза по значку открываемого файла или выделить этот файл и нажать кнопку **Открыть** (рис. 12).

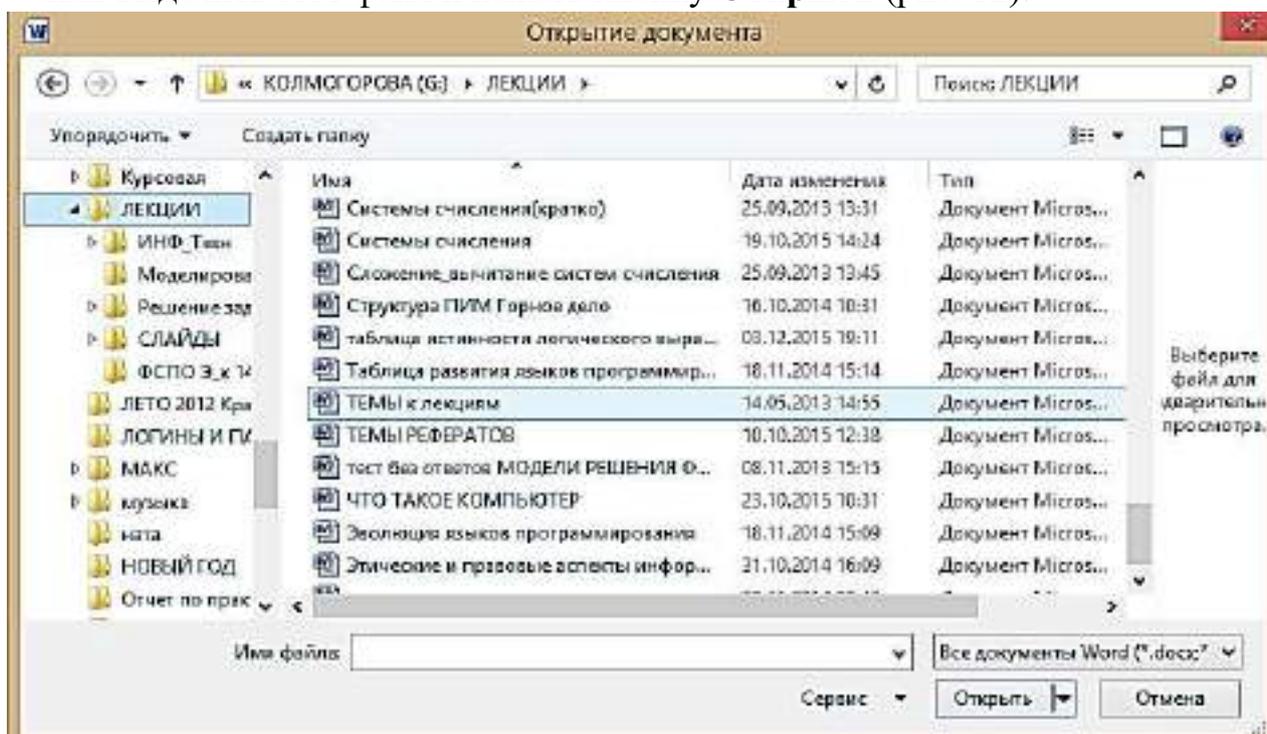


Рис. 12. Выбор открываемого файла

Для *открытия файла* можно также щелкнуть по его значку в окне **Проводника Windows**.

Для открытия одного из последних файлов, с которыми осуществлялась работа в MS Word, можно воспользоваться вкладкой **Файл**.

3. Перейти во вкладку «**Файл**» и выбрать команду «**Последние**». В нем отобразятся последние открытые и сохраненные документы.

4. Щелкнуть левой клавишей мыши по имени открываемого файла.

Открытие файлов других форматов

Word позволяет открывать файлы разных форматов. По умолчанию в окне **Открытие документа** отображаются только файлы MS Word. Чтобы открыть файл другого формата, щелкнуть по кнопке, на которой *указан тип* открываемых файлов, и выбрать необходимый формат или режим **Все файлы** (рис. 13).

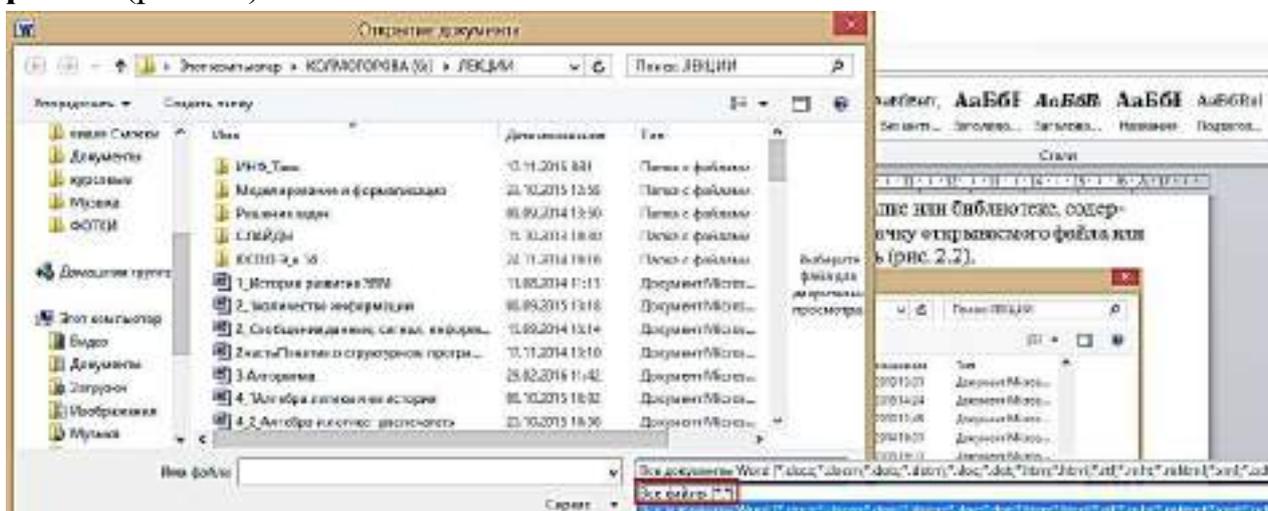


Рис. 13. Выбор типа открываемого файла

Таким образом, например, можно открывать файлы формата **txt** или **rtf**. При открытии *текстовых файлов* формата **txt** может появиться запрос на выбор *кодировки* для преобразования файла.

При открытии в MS Word 2010 документа, созданного в MS Word 2003, MS Word 2002 или MS Word 2000, автоматически включается режим совместимости, а в строке заголовка окна документа отображается надпись **Режим ограниченной функциональности**. Включение режима совместимости гарантирует, что при работе с документом не будут использоваться новые и расширенные возможности MS Word 2010, и пользователи более ранних версий, Microsoft Word смогут редактировать любую часть этого документа.

Следует отметить, что в режиме совместимости можно открывать, редактировать и сохранять документы Word 97-2003, но использование новых возможностей текстового редактора Word 2010 будет ограничено.

Создание документов

Новый документ создается автоматически сразу после запуска Ms Word.

Новый незаполненный документ или документ на основе шаблона можно создать в процессе работы:

1. Перейти во вкладку Файл и выбрать команду «Создать», после чего отображается раздел «Создать».

2. Для создания нового незаполненного документа дважды щелкнуть по значку «Новый документ» или выделить этот значок и нажать кнопку «Создать».

3. Для создания документа на основе шаблона, установленного на компьютере, щелкнуть по значку «Образцы шаблонов» (рис. 14). Прокручивая список, выбрать нужный шаблон и дважды щелкнуть по его значку или выделить этот значок и нажать кнопку «Создать». Для возврата в начало раздела «Создать» нажать кнопку «Домой».

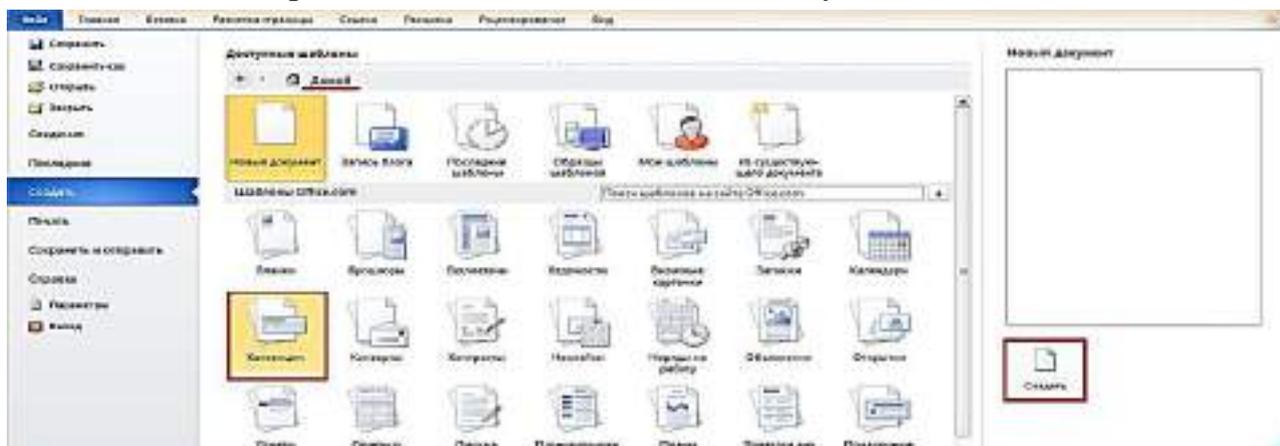


Рис. 14. Создание документа на основе установленного шаблона

4. При наличии подключения к *Интернету* можно обратиться к шаблонам, расположенным на *сайте Microsoft Office*. В разделе «Шаблоны» Office.com (рис. 15) щелкнуть по значку нужной группы шаблонов и дождаться, пока они загрузятся. Прокручивая список, выбрать нужный шаблон и дважды щелкнуть по его значку или выделить этот значок и

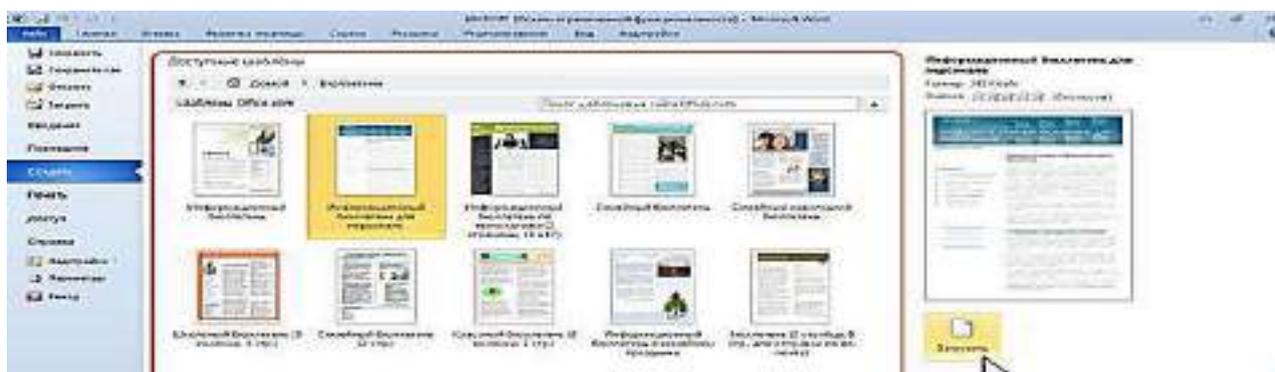


Рис. 15. Создание документа на основе шаблона с сайта Microsoft Office

5. Для создания документа на основе одного из ранее использованных шаблонов щелкнуть по значку «Последние шаблоны» (рис. 16). Выбрать нужный шаблон и дважды щелкнуть по его значку или выделить этот значок и нажать кнопку «Создать» или «Загрузить».

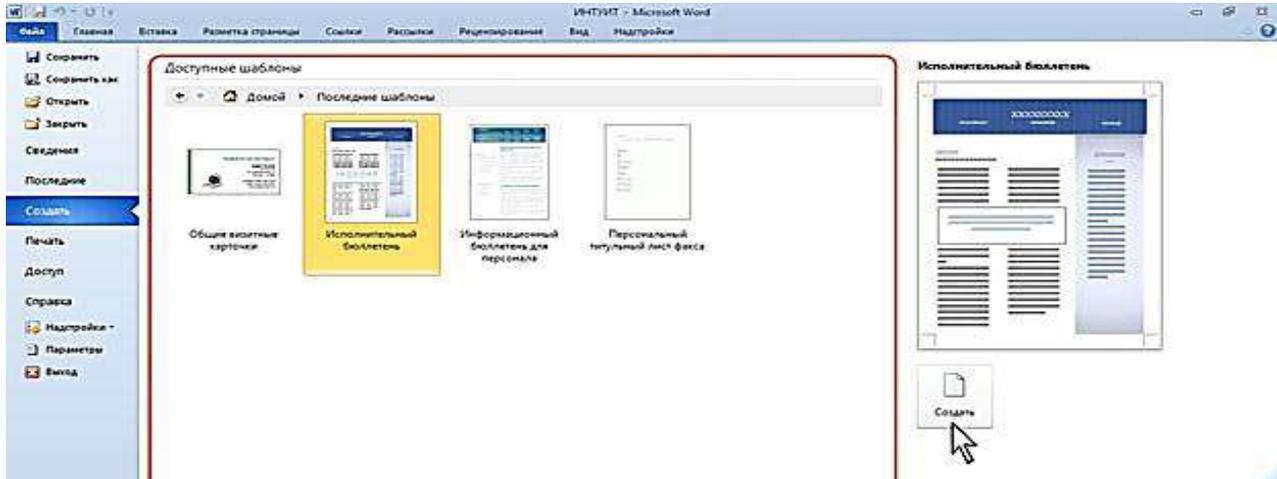


Рис. 16. Создание документа на основе недавно использовавшихся шаблонов

Сохранение файлов

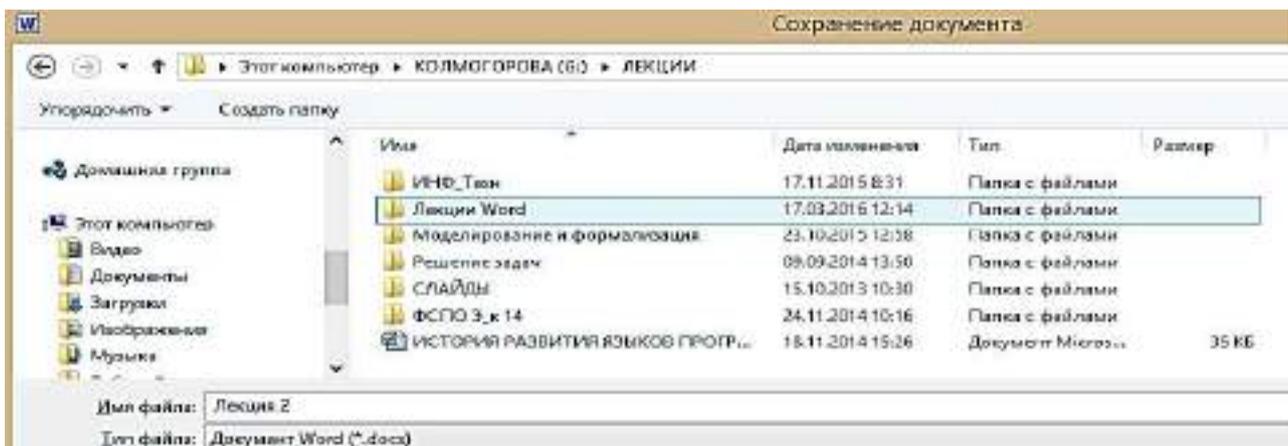
Сохранение изменений в существующем файле

Для *сохранения изменений* в существующем файле достаточно нажать кнопку «Сохранить» в панели быстрого доступа.

Сохранение изменений в виде нового файла

Для сохранения нового документа в виде файла или существующего документа в виде нового файла (с другим именем и/или в другой папке) выполнить следующие действия:

1. Перейти во вкладку «Файл» и выбрать команду «Сохранить как» (рис. 17).
2. В окне «Сохранение документа» перейти к нужной папке.
3. В поле «Имя файла» ввести (при необходимости) *имя файла* (расширение имени вводить не следует) и нажать кнопку «Сохранить».



2.3. РАБОТА С ДОКУМЕНТОМ

Выбор режима просмотра документа

Выбрать режим просмотра документа можно при работе в любой вкладке Ms Word 2010. Ярлыки режимов просмотра документа обычно расположены в правой части строки состояния (рис. 18).



Рис. 18. Ярлыки выбора режима просмотра документа

Так же можно переключаться между режимами просмотра документа во вкладке «Вид». Группа «Режимы просмотра документа». Они содержат кнопки для выбора основных режимов (рис. 19).

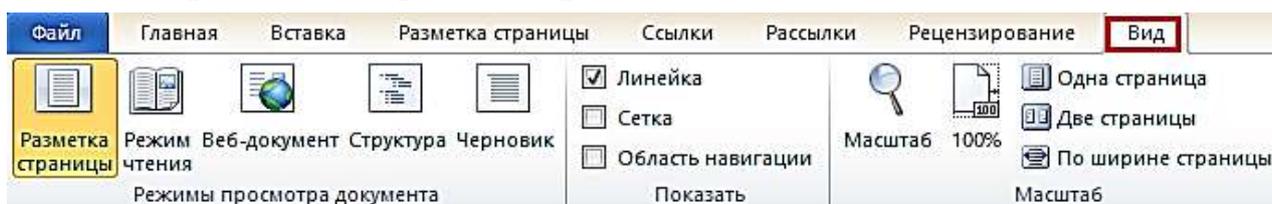


Рис. 19. Кнопки выбора режима просмотра документа

Наиболее часто используемый режим просмотра документа – **Разметка страницы**. В этом режиме положение текста, таблицы, рисунка и др. элементов отображаются в таком виде, в каком они будут размещены на печатной странице. Режим разметки удобно использовать и при создании документа, и для окончательного оформления документа, в том числе, для изменения колонтитулов и полей, а также работы с колонками текста (газетный текст) и с графическими объектами. Именно этот режим устанавливается по умолчанию в Ms Word 2010.

Режим **Черновик** удобен для ввода, редактирования и оформления текста. В этом режиме *форматирование* текста отображается полностью, а разметка страницы – в упрощенном виде, что ускоряет ввод и редактирование текста. Границы страниц, колонтитулы, сноски, фон, а также графические объекты, для которых не установлено обтекание **В тексте**, в этом режиме не показываются.

Режим **Веб-документ** обеспечивает представление документа в том виде, который будет изображен при просмотре в Web-обозревателе, а также для отображения *электронных документов*, предназначенных только для просмотра на экране. В этом режиме отображается фон, текст переносится по границе окна, а рисунки занимают те же *позиции*, что и в окне Web-обозревателя.

Режим чтения предназначен для чтения документа на экране компьютера. В этом режиме можно также отображать документ в том виде, в каком он будет выведен на *печать*. Здесь можно и редактировать текст, делать пометки, добавлять примечания, работать в режиме записи исправлений.

Изменение масштаба отображения документа

Изменять масштаб отображения документа можно при работе в любой вкладке Ms Word 2010. Для этого надо Щелкнуть по кнопке со знаком « + » (плюс) – для увеличения масштаба, или по кнопке со знаком « - » (минус) – для уменьшения текстового поля на экране (рис. 20). Масштаб можно также изменять перетаскиванием ползунка линейки масштаба.

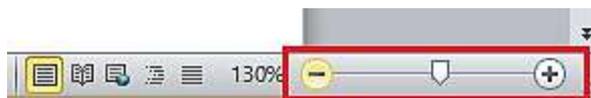


Рис. 20. Изменение масштаба отображения документа

Минимальный масштаб отображения – 10 %, максимальный – 500 %.

Масштаб отображения документа можно изменять также во вкладке **Вид**. Для этого в группе **Масштаб** следует нажать нужную кнопку: **100 %**, **Одна страница**, **Две страницы** или **Ширина страницы**.

Нажав кнопку **Масштаб** в диалоговом окне **Масштаб** (рис. 21), можно установить требуемый масштаб отображения документа.

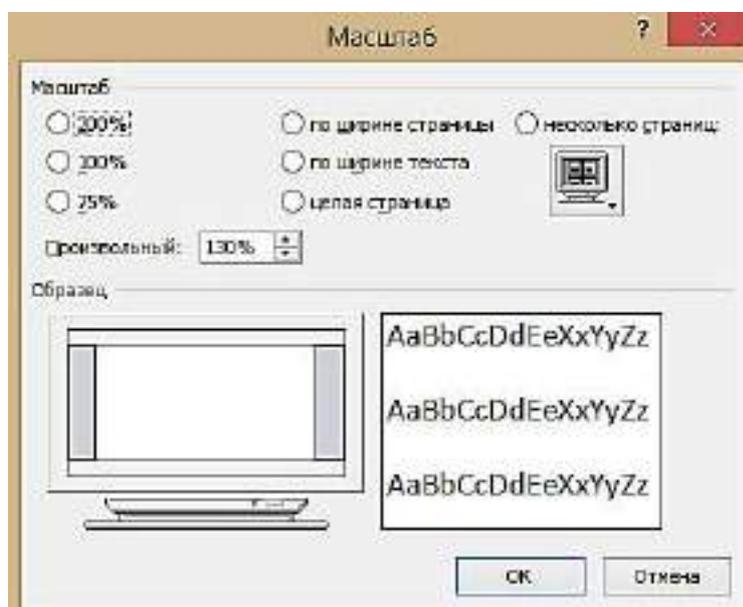


Рис. 21. Изменение масштаба отображения документа в диалоговом окне «Масштаб»

Отмена и возврат действий

При работе в Ms Word существует возможность отмены действий, выполненных при работе с документом. Для отмены последнего выполненного действия нажать кнопку **Отменить** в **Панели быстрого доступа**   

Можно отменить сразу несколько последних действий:

1. Щелкнуть по стрелке кнопки **Отменить**.

2. Выбрать действие, начиная с которого следует отменить все действия, расположенные выше в списке (рис. 22).

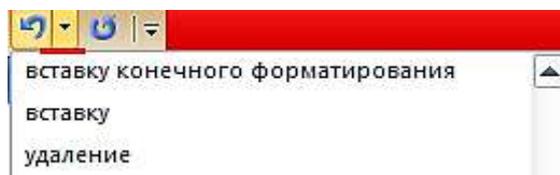


Рис. 22. Отмена нескольких действий

Возврат действий

Отмененные действия можно вернуть. Для возврата последнего отмененного действия нажать кнопку **Вернуть** в **Панели быстрого доступа**. Для возврата нескольких действий несколько раз нажать кнопку **Вернуть**.

Если все отмененные действия были возвращены, кнопка **Вернуть** заменяется на кнопку **Повторить** 

2.4. СОЗДАНИЕ ТЕКСТА

Ввод текста в документ

При вводе и редактировании текста с клавиатуры следует придерживаться определенных правил и рекомендаций.

Текст следует вводить в ту *позицию*, где «мигает» текстовый *курсор*.

Ms Word 2010 допускает свободный ввод текста. Это означает, что в любом месте пустой страницы можно дважды щелкнуть левой кнопкой *мыши*, после чего будет произведено некоторое автоматическое *форматирование* и текстовый *курсор* будет зафиксирован в этом месте. Именно с этого места и следует далее вводить текст.

Несмотря на возможность свободного ввода, чаще всего ввод текста начинают от левого края страницы.

Переход на новую строку произойдет автоматически, как только будет заполнена текущая строка. Не следует использовать клавишу **Enter** для перехода к новой строке. Для принудительного перехода к новой строке без образования нового абзаца надо нажать комбинацию клавиш **Shift + Enter**. В документ будет вставлен непечатаемый знак – разрыв строки.

Переход на новую страницу произойдет автоматически, как только будет заполнена текущая страница. Нельзя использовать клавишу **Enter** для перехода к новой странице. Для принудительного перехода к новой странице нажать комбинацию клавиш **Ctrl + Enter**. В документ будет вставлен непечатаемый знак – разрыв страницы.

Между словами ставится один *пробел*. При выравнивании текста *Word* может изменять ширину пробелов между словами. Если требуется, чтобы величина какого-либо пробела не изменялась или по этому пробелу не было перехо-

да на новую строку, вместо клавиши «Пробел» следует набрать комбинацию клавиш «Ctrl + Shift + Пробел». В документ будет вставлен непечатаемый знак – неразрывный *пробел*.

Нельзя расставлять переносы в словах с использованием клавиши дефис (-). При необходимости переносы расставляются автоматически во всем документе.

Нельзя использовать клавишу «Пробел» для получения абзацного отступа («красной строки») или выравнивания текста по ширине страницы.

Знаки препинания ., : ; ! ? пишутся слитно со словом, за которым следуют эти символы.

В тексте после знаков препинания ., : ; ! ? ставится *пробел*, за исключением тех случаев, когда этими знаками заканчивается абзац.

Перед знаками « » ([{ ставится *пробел*. Следующее за этими *слово* пишется без пробела.

Знаки « »)] } пишутся слитно со словом, за которым они следуют. После этих знаков ставится *пробел*, за исключением тех случаев, когда ставятся знаки препинания, которые пишутся слитно со словом, за которым следуют.

Знак дефиса (-) пишется слитно с предшествующей и последующей частями слова.

Для образования знака тире (–) после слова ставится *пробел*, затем дефис, затем еще *пробел* и продолжите ввод текста. После ввода следующего слова знак дефиса автоматически преобразуется в тире (–). Для ввода знака тире можно использовать также комбинацию клавиш Ctrl + - (минус на цифровой клавиатуре). Для ввода знака длинного тире (—) следует нажать комбинацию клавиш «Alt + Ctrl + -» (минус на цифровой клавиатуре).

Неправильно введенный символ можно удалить. Для удаления символа, стоящего справа от текстового *курсора*, надо нажать клавишу Delete, а для удаления символа, стоящего слева от *курсора*, – клавишу Back Space (←). Комбинация клавиш клавиатуры Ctrl + Delete удаляет текст от *курсора* вправо до ближайшего пробела или знака препинания. Комбинация Ctrl + Back Space удаляет текст от *курсора* влево до ближайшего пробела или знака препинания.

Вставка специальных символов

При вводе текста часто приходится использовать символы, которых нет на клавиатуре. Это могут быть:

- математические символы, например, $\sqrt{\infty} \int \approx \neq \leq \geq$;
- буквы греческого алфавита, например, $\alpha \beta \gamma \delta \varepsilon \zeta \eta \theta \iota \kappa$;
- буквы с надбуквенными значками, например, $\ddot{U} \ddot{Y} \mathfrak{P} \mathfrak{B} \grave{a} \acute{a}$;
- или просто символы – картинки, например,  .

Во вкладке **Вставка** в группе **Символы** щелкнуть по кнопке **Символ**. Затем щелкнуть по нужному символу. Если в открывшемся списке нужного символа нет, выбрать команду **Другие символы** (рис. 23).



Рис. 23. Вставка специальных символов

Вставка даты и времени

Установить *курсор* в позицию вставки даты и/или времени и во вкладке **Вставка** в группе **Текст** нажать кнопку **Вставка/Дата и время** (рис. 23). В *диалоговом окне* **Дата и время** выбрать язык и формат вставляемых данных.

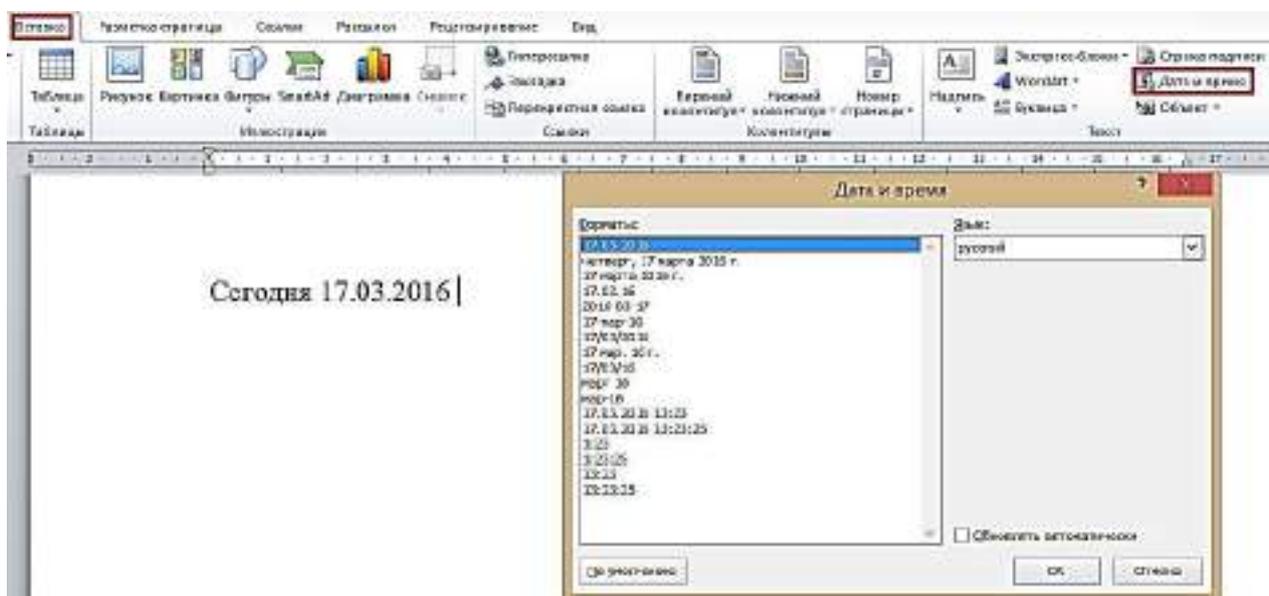


Рис. 23. Вставка в документ даты и/или времени

Если перед вставкой в *диалоговом окне* **Дата и время** установить флажок **Обновлять автоматически**, то дата и время, вставленные в документ, будут обновляться каждый раз при открытии документа.

Автоматически обновляемые дата и/или время вставляются в документ как специальное *поле*. Если требуется обновить дату и время уже после открытия документа, следует поставить *курсор* на это *поле* и нажать клавишу клавиатуры **F9**. При установке *курсора* «*поле*» обычно затеняется серым цветом. Это выделение не отображается при печати документа. При перемещении *курсора* за пределы этого поля затенение обычно автоматически снимается.

Добавление титульной страницы в документе

К документу можно добавить специально оформленную титульную (первую) страницу.

Во вкладке **Вставка** в группе **Страницы** щелкнуть по кнопке **Титульная страница** и в появившемся списке выбрать один из предлагаемых вариантов (рис. 24).



Рис. 24. Выбор титульной страницы

Добавляемая страница может иметь рисунки и др. графические объекты, а также подсказки с указанием вводимой информации.

Некоторые поля титульной страницы заполняются автоматически, при этом информация берется, например, из свойств файла. Некоторые поля надо заполнять самостоятельно.

При заполнении полей не обязательно следовать указанным в них подсказкам. Можно изменять содержимое автоматически заполненных полей. Незаполненные поля оставлять нельзя; их следует удалить.

Содержимое полей можно оформлять как обычный текст. На титульную страницу можно добавлять текст, таблицы, графические объекты.

Для удаления титульной страницы во вкладке «Вставка» в группе «Страницы» щелкнуть по кнопке «Титульная страница» и в появившемся меню выбрать команду «Удалить текущую титульную страницу».

Добавление оглавления

Для создания оглавления *заголовки* в тексте документа должны быть выделены соответствующим образом. Проще всего для этого при оформлении заголовков использовать стили типа **Заголовок 1**, **Заголовок 2**, **Заголовок 3** и т. д.

Во вкладке **Ссылки** в группе **Оглавление** щелкнуть по кночке «Оглавление» и в появившемся списке выбрать один из предлагаемых вариантов автособираемого оглавления (рис. 25). По умолчанию в Оглавление включаются заголовки, оформленные стилями **Заголовок 1 – Заголовок 3**.

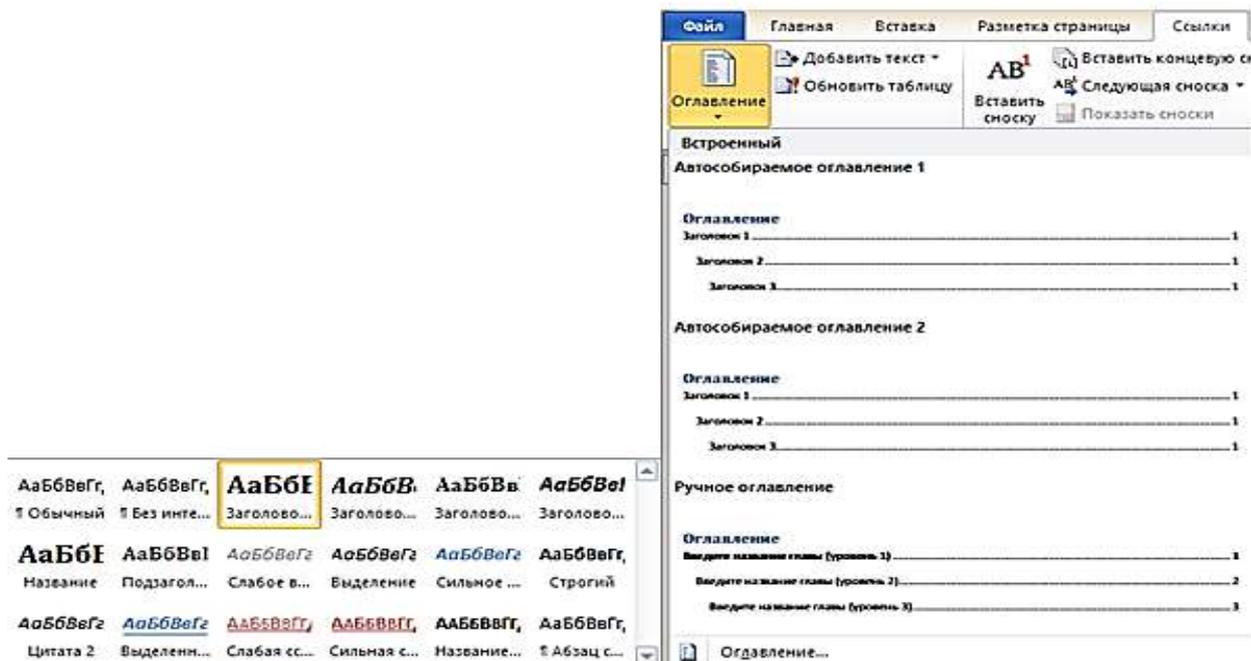


Рис. 25. Выбор стиля заголовка и типа оглавления

Оглавление вставляется как специальное поле. При наведении указателя мыши оглавление затеняется бледным фоном. При печати документа этот фон не отображается. Можно настроить параметры создаваемого оглавления. Во вкладке **Ссылки** в группе **Оглавление** щелкнуть по кнопке **Оглавление** и в появившемся меню выбрать команду **Оглавление**. В диалоговом окне **Оглавление** выбрать и установить требуемые параметры. Можно, например, выбрать другой заполнитель или уровни заголовков, включаемые в оглавление (рис. 26).

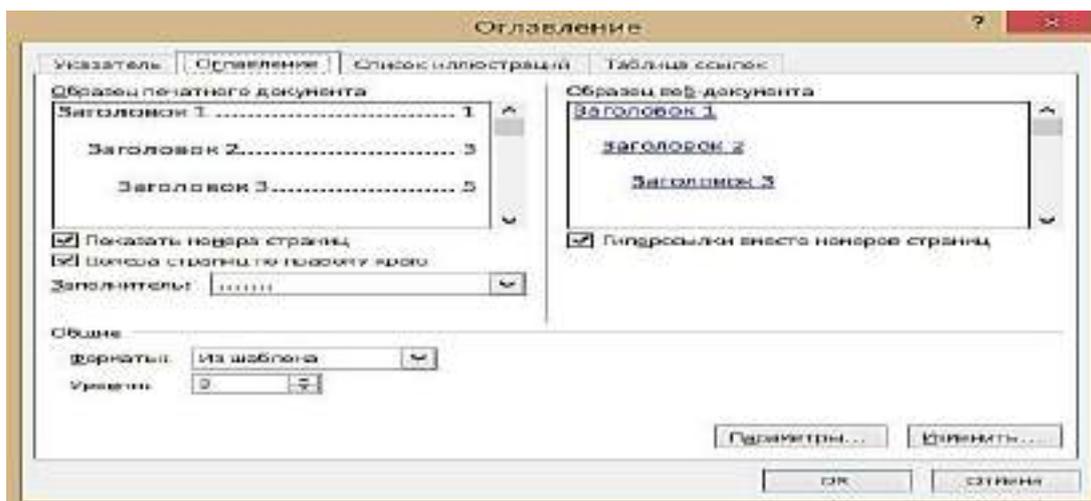


Рис. 26. Настройка параметров оглавления

Если в документе произведены изменения, оглавление следует обновить:

1. Во вкладке **Ссылки** в группе **Оглавление** нажать кнопку **Обновить таблицу**. Если курсор находится в оглавлении и отобра-

жается рамка оглавления, можно нажать кнопку **Обновить таблицу**, расположенную в верхней части рамки.

2. В окне запроса на обновление оглавления выбрать требуемый режим. Для удаления оглавления во вкладке **Ссылки** в группе **Оглавление** щелкнуть по кнопке **Оглавление** и в появившемся *меню* выбрать команду **Удалить оглавление**.

2.5. ОФОРМЛЕНИЕ ТЕКСТА

Работа с текстом

Выбор языка

Выбор языка текста определяет возможность автоматической проверки правописания и расстановку переносов.

В Ms Word 2010 выбор языка обычно производится автоматически в зависимости от используемой раскладки клавиатуры. При вводе текста в русской раскладке устанавливается русский язык, при вводе текста в английской раскладке – английский (США).

При необходимости, язык текста можно установить самостоятельно:

1. Выделить весь документ или его *фрагмент*.
2. Во вкладке **Рецензирование** в **ни** нажать кнопку **Язык** и в появившемся *меню* выбрать команду **Язык проверки правописания** (рис. 27).
3. В *диалоговом окне* **Язык** выбрать нужный язык.

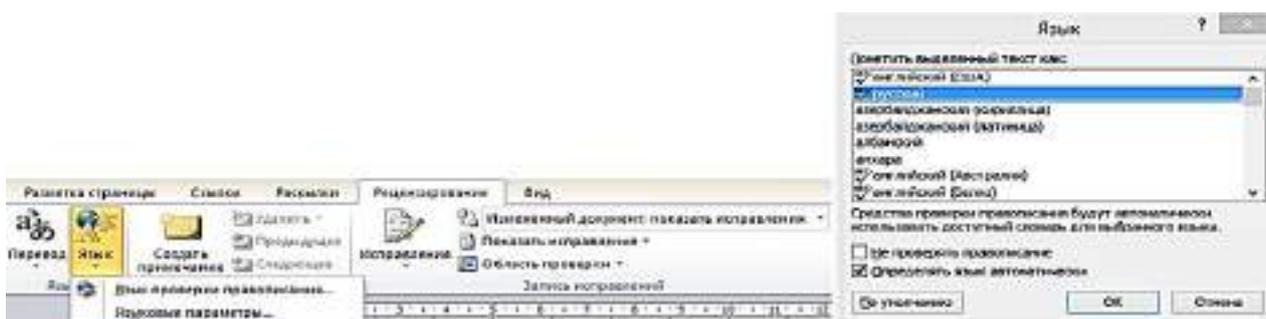


Рис. 27. Выбор языка проверки правописания

Расстановка переносов

Переносы в словах не следует расставлять с использованием клавиши клавиатуры - (дефис).

Переносы расставляются сразу во всем документе. Выделять какой-либо отдельный *фрагмент* не следует.

Во вкладке **Разметка страницы** в группе **Параметры страницы** щелкнуть по кнопке **Расстановка переносов** и в появившемся меню выбрать режим **Авто** (рис. 28).

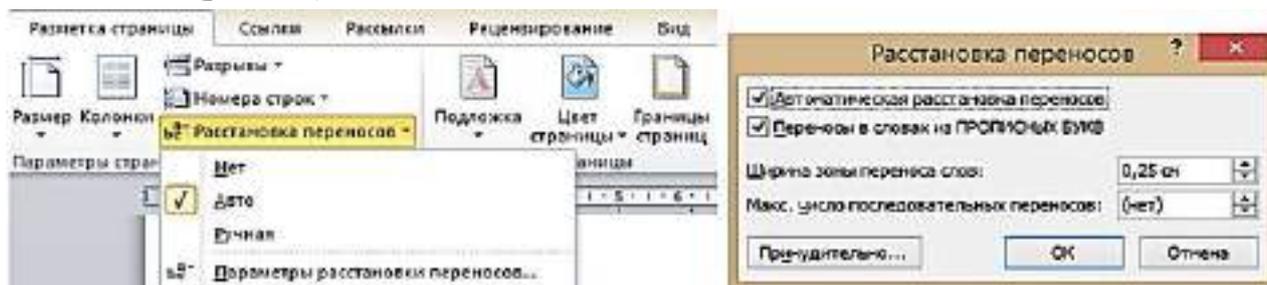


Рис. 28. Автоматическая расстановка переносов

Можно запретить расстановку в некоторых *фрагментах* документа, например, в заголовках:

1. Выделить *фрагмент* документа, в котором запрещаются переносы.
2. Во вкладке **Главная** или **Разметка страницы** щелкнуть по значку группы **Абзац**.
3. Во вкладке **Положение на странице** диалогового окна **Абзац** установить флажок **запретить автоматический перенос слов**.

Проверка правописания

При вводе текста Ms Word 2010 обычно автоматически проводит проверку правописания (орфографию и *грамматику*).

Можно настроить основные параметры такой проверки:

1. Перейти во вкладку **Файл** и выбрать команду **Параметры**.
2. В *диалоговом окне* **Параметры Word** перейти в рию **Правописание**.
3. Установить параметры проверки орфографии и грамматики. На рис. 29 показаны параметры, рекомендуемые для большинства случаев.

Проверку правописания можно производить как при вводе текста, так и после ввода текста сразу во всём документе.

Правописание можно проверять для всех языков, для которых имеется такая возможность. По умолчанию в Word 2010 – это русский, английский, немецкий, и украинский. Можно добавить и др. языки.

Проверка орфографии ведется путем сравнения слов в документе со словами, имеющимися в основном и вспомогательных словарях *Microsoft Office 2010*.

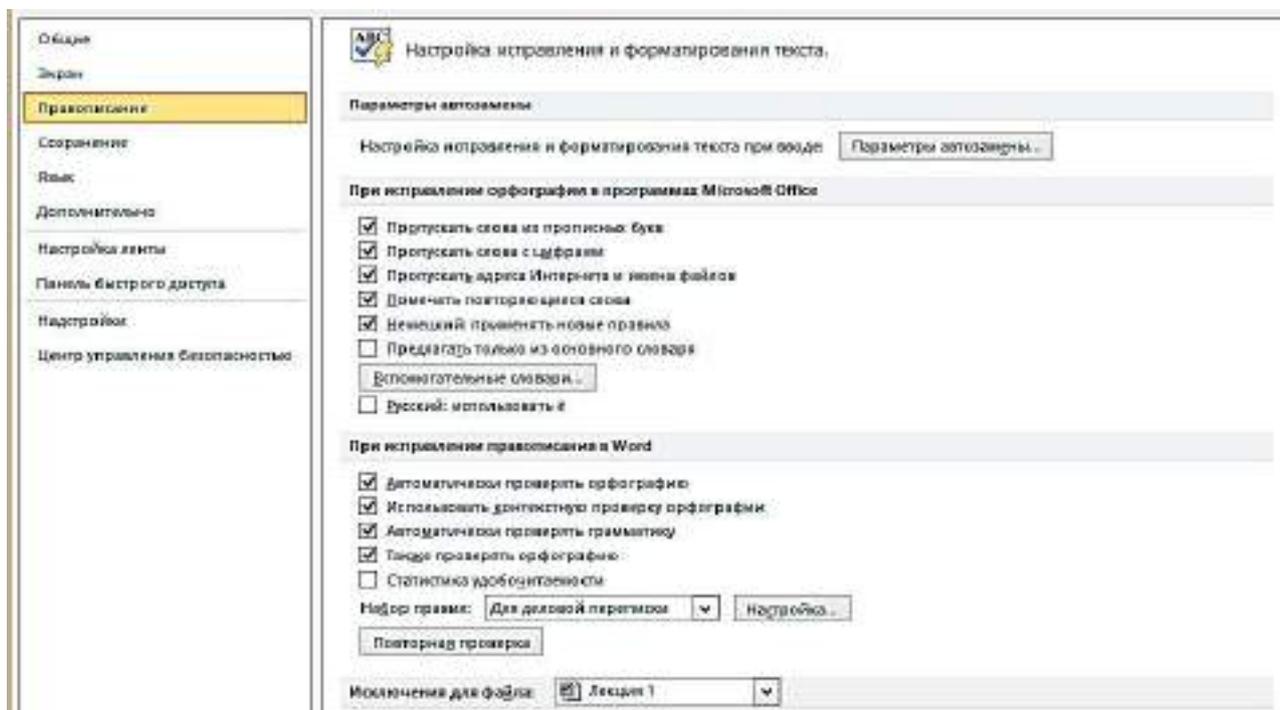


Рис. 29. Настройка проверки правописания

Таким образом, фактическая опечатка или ошибка могут быть не замечены, если такое слово отсутствует в словарях. Например, если вместо слова «страница» будет написано «станица» или «странница», Word не определит это как ошибку. С другой стороны, правильно написанные слова, отсутствующие в словарях, будут определены как ошибочные. Обычно это касается специальных терминов и собственных имен.

Проверка грамматики и стилистики производится на основе правил, заложенных в Word 2010. Выбрать набор правил можно в окне настройки параметров проверки правописания в раскрывающемся списке **Набор правил**. Нажав кнопку **Настроить**, можно просмотреть и изменить набор правил.

Необходимо отметить, что проверка правописания средствами Word 2010 не исключает необходимости тщательной проверки правописания документа самим пользователем.

Проверка правописания при вводе текста

При вводе текста в документе красной волнистой линией подчеркиваются слова, в которых есть орфографические ошибки, а также повтор одного и того же слова. Зеленой волнистой линией подчеркнуты слова, знаки препинания,

фрагменты предложений и целые предложения, в которых есть грамматические и стилистические ошибки, а также ошибки в расстановке знаков препинания.

Для исправления орфографической ошибки надо щелкнуть правой кнопкой мыши по подчеркнутому слову и в контекстном меню выбрать правильный вариант написания слова.

Проверка правописания во всём документе

Документ может содержать ранее не исправленные или не замеченные ошибки. Это может быть текст, скопированный из какого-либо внешнего источника. Для того чтобы не искать *фрагменты* текста, подчеркнутые красными и зелеными волнистыми линиями, следует запустить проверку правописания во всем документе:

1. Во вкладке **Рецензирование** в группе **Правописание** нажать кнопку **Правописание**.

2. При обнаружении орфографической или грамматической ошибки появится диалоговое окно **Правописание**. В заголовке окна будет указан также язык проверки (рис. 30).

3. Для орфографических ошибок в верхней части *диалогового окна* **Правописание** выводится *фрагмент* текста с ошибочным словом, выделенным красным цветом. В нижней части окна могут быть приведены правильные варианты написания слова. Для грамматических и стилистических ошибок в верхней части *диалогового окна* **Правописание** выводится предложение с ошибкой. В нижней части окна могут быть приведены грамматические замечания или рекомендации по исправлению ошибки.

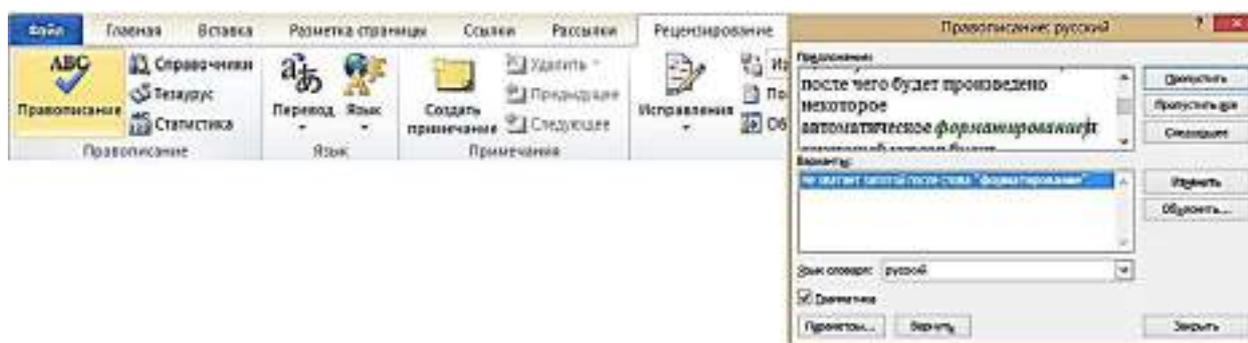


Рис. 30. Выявленная орфографическая ошибка

4. Для исправления орфографической ошибки нужно выбрать правильный вариант написания и нажать кнопку «Заменить» или «Заменить все». Для исправления грамматической ошибки – нажать кнопку «Изменить».

5. Если в нижней части окна нет правильных вариантов написания слова или конкретной грамматической рекомендации, то ошибку следует исправлять

самостоятельно. Это можно сделать в верхней части окна, после чего, в зависимости от вида ошибки, необходимо нажать кнопку **Заменить**, **Заменить все** или **Изменить**.

Добавление слов в словарь

Слово в тексте может быть написано правильно, но оно отсутствует в словаре Word 2010 и потому выделяется как ошибочное. Чтобы это не повторялось, слово следует добавить во вспомогательный словарь.

При проверке правописания при вводе текста в контекстном меню выбрать команду **Добавить в словарь**. При проверке правописания во всем документе, для добавления слова в словарь нажать кнопку **Добавить**.

Поиск текста

В документе может потребоваться найти какое-либо слово или текст:

Во вкладке Главная в группе Редактирование нажать кнопку Найти, после чего в окне появится Область навигации (рис. 31).

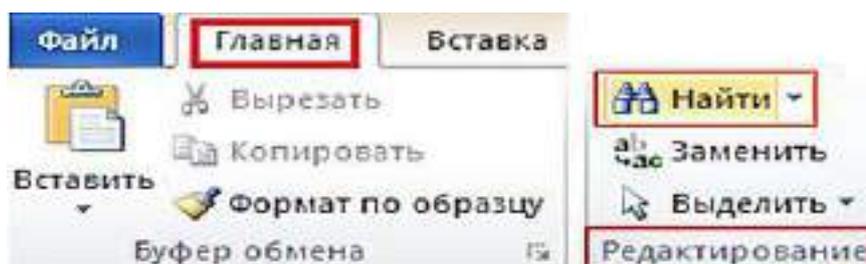


Рис. 31. Область навигации

1. Щелкнуть мышью в поле поиска в верхней части Область навигации и начать вводить текст для поиска. Поиск производится в режиме реального времени, т. е. по мере ввода текста. Например, достаточно ввести одну букву и в документе эта буква будет выделена желтым фоном. После ввода следующей буквы искомого текста в документе будут найдены и выделены эти две буквы и т. д. После ввода слова в документе будет найдено и выделено это слово. Фрагменты документа с найденным текстом отображаются в Области навигации. Найденный текст будет выделен в документе желтым фоном (рис. 32).

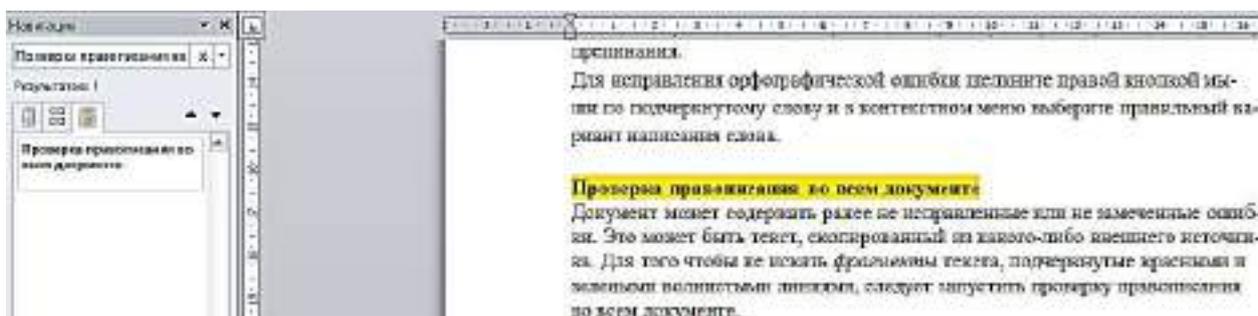


Рис. 32. Поиск текста в документе

3. Для перехода к нужному фрагменту документа щелкнуть по нему в **Области навигации**. Для последовательного перехода по результатам поиска можно использовать кнопки **Предыдущий** и **Следующий** в **Области навигации**.

Замена текста

В документе может потребоваться заменить какой-либо текст:

1. Во вкладке **Главная** в группе **Редактирование** нажать кнопку **Заменить**.

2. Во вкладке **Заменить** диалогового окна **Найти и заменить** в поле **Найти** ввести искомый текст, в поле **Заменить на** – заменяющий текст (рис. 33).

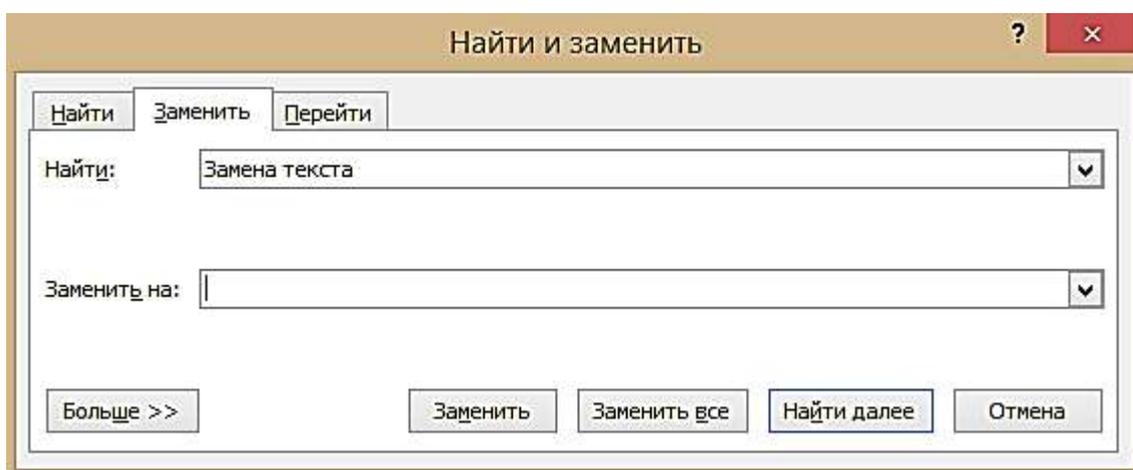


Рис. 33. Окно Найти и Заменить

3. Чтобы найти следующее вхождение текста в документе, нажать кнопку **Найти далее**.

4. Чтобы заменить вхождение текста в документе, нажать кнопку **Заменить**. После нажатия кнопки **Заменить** будет выделено следующее вхождение указанной фразы.

5. Чтобы заменить все вхождения текста в документе, нажать кнопку **Заменить все**.

Использование синонимов

Язык документа должен быть ярким и выразительным. Нельзя допускать многочисленных повторов одних и тех же слов, *тавтологий*, речевых штампов. При необходимости можно использовать словарь синонимов, имеющийся в словаре Word 2010.

Замену синонимом можно произвести непосредственно в тексте: для этого надо Щелкнуть по слову правой кнопкой *мыши*, затем в контекстном меню

выбрать команду **Синонимы** и выбрать подходящий *текст или текстовый оборот* (рис. 34).

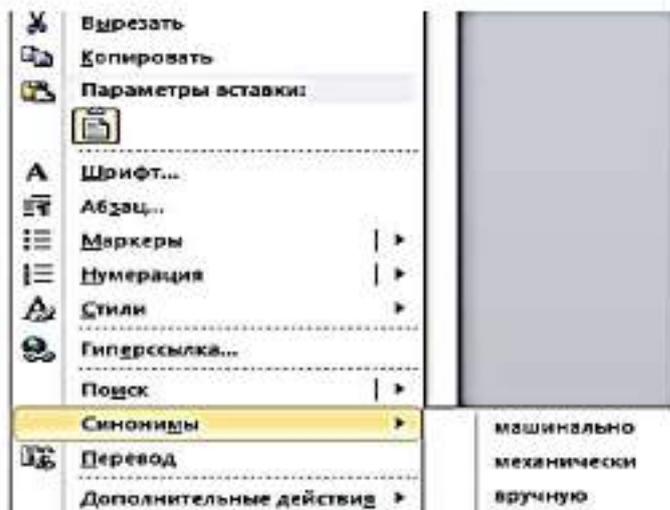


Рис. 34. Выбор синонима

В контекстном меню приводится список не более чем из восьми синонимов. Чтобы посмотреть полный список, выбрать команду контекстного меню **Тезаурус** или во вкладке **Рецензирование** в группе **Правописание** нажать кнопку **Тезаурус**.

В области задач **Справочные материалы** будет приведен полный список синонимов. Кроме того, может быть представлен перечень разных значений слова, если таковые имеются, а также *антонимов* и связанных слов.

Перемещение и копирование фрагментов документа перетаскиванием

Перемещать и копировать можно только выделенные *фрагменты* документа.

В пределах видимой части документа проще всего перемещать и копировать *фрагменты* перетаскиванием.

Выделить *фрагмент* документа и подвести к нему *указатель мыши* так, чтобы *указатель* принял вид стрелки, повернутой кверху по диагонали:

1. Нажать левую кнопку *мыши* и, не отпуская ее, переместить *фрагмент* документа на новую позицию (рис. 35).

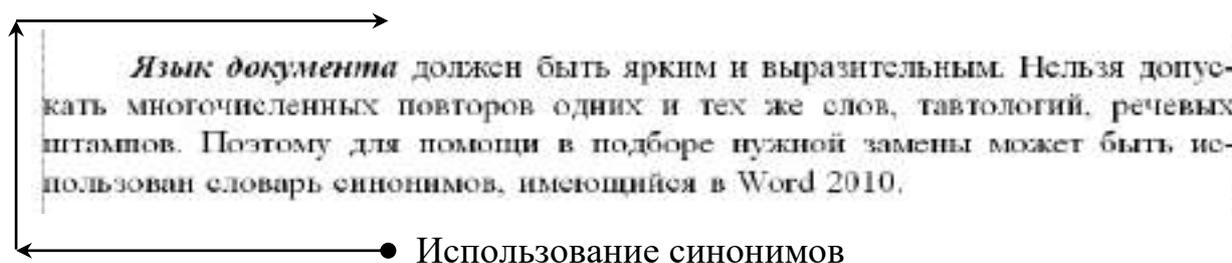


Рис. 35. Перемещение фрагмента документа перетаскиванием

2. После того, как будет отпущена левая кнопка *мыши*, произойдет перемещение фрагмента документа.

После перетаскивания текста непосредственно под вставленным *фрагментом* появляется кнопка **Параметры вставки**. При нажатии этой кнопки отображается список, в котором можно выбрать способ вставки данных в документ. Перечень доступных вариантов зависит от типа вставляемого содержимого, а также от формата текста, в который производится вставка.

Копирование фрагмента перетаскиванием производится точно так же, как и перемещение, только при нажатой клавише клавиатуры **Ctrl**:

1. Нажать левую кнопку *мыши*, затем – клавишу **Ctrl**. При нажатой левой кнопке *мыши* переместить *фрагмент* в нужную позицию текста; при этом рядом с указателем *мыши* появится пунктирный *прямоугольник* со знаком + (плюс), в месте предполагаемой вставки отображается специальная пунктирная метка, а в строке состояния появляется вопрос **Куда копировать?**

2. Отпустить левую кнопку *мыши* и, только затем, клавишу **Ctrl**.

Фрагмент документа можно перетаскивать и за пределы видимой части документа, например, вниз или вверх. Для этого надо, «ухватившись» за *фрагмент*, перемещать его вниз или вверх к границе видимой части документа и там *остановить*. Документ начнет автоматически прокручиваться в своем окне. В нужный момент вывести *указатель* в поле документа – прокрутка остановится. Левую кнопку *мыши* отпускать нельзя до тех пор, пока нужный фрагмент документа не окажется на желаемом месте. Выделенный *фрагмент* можно перетаскивать и при нажатой правой кнопке *мыши*. При этом в документе также появляется метка вставки. По окончании перетаскивания появляется контекстное меню, в котором можно выбрать необходимое действие (**Переместить** или **Копировать**).

Перемещение и копирование с использованием буфера обмена

Буфер обмена – специальная область памяти компьютера, в которой могут храниться файлы или их *фрагменты*.

Процедура перемещения и *копирования* через буфер обмена всегда состоит из двух действий. Сначала необходимо отправить *фрагмент* в буфер, а затем извлечь его оттуда для вставки в документ.

Для перемещения необходимо вырезать *фрагмент* в буфер обмена. Это можно сделать, например, следующими способами:

1. Во вкладке **Главная** в группе **Буфер обмена** нажать кнопку **Вырезать**.

2. Щелкнуть по выделенному фрагменту правой кнопкой *мыши* и выбрать команду контекстного меню **Вырезать**.

Для *копирования* необходимо копировать *фрагмент* в буфер обмена. Это можно сделать, например, так:

1) во вкладке **Главная** в группе **Буфер обмена** нажать кнопку **Копировать**;

2) щелкнуть по выделенному фрагменту правой кнопкой *мыши* и выбрать команду контекстного меню **Копировать**.

Для того чтобы извлечь *фрагмент* из буфера обмена и вставить его в документ, можно, например:

1) поставить *курсор* в место вставки и во вкладке **Главная** в группе **Буфер обмена** нажать кнопку **Вставить**;

2) щелкнуть в месте вставки правой кнопкой *мыши* и в контекстном меню выбрать способ вставки (рис. 36).



Рис. 36. Выбор способа вставки фрагмента из буфера обмена

Варианты способов вставки зависят от вида информации, находящейся в буфере обмена (обычный текст или список, рисунок, таблица и т. д.) и от окружения, в которое вставляется *фрагмент* (обычный текст или список, рисунок, таблица и т. д.). При наведении указателя *мыши* на значок способа вставки срабатывает функция динамического (предварительного) просмотра и вставляемый *фрагмент* отобразится в документе в том виде, как он будет выглядеть при выбранном способе вставки.

После извлечения фрагмента из буфера обмена так же, как и при перетаскивании, появляется кнопка **Параметры вставки**. При нажатии этой кнопки отображается список, в котором можно выбрать способ вставки данных в документ. Перечень доступных вариантов зависит от типа вставляемого содержимого, а также от формата текста, в который производится вставка.

Использование буфера обмена Office

В буфере обмена *Office* может одновременно храниться до 24 фрагментов. Чтобы воспользоваться ими, необходимо вывести в окно Word область задач **Буфер обмена**. Для отображения области задач во вкладке **Главная** щелк-

нуть по значку группы **Буфер обмена**. В некоторых случаях эта область задач может появляться автоматически.

В области задач отображаются все накопленные элементы (объекты). Вид значка элемента зависит от *источника данных*. Для вставки любого из этих элементов щелкнуть по нему левой кнопкой *мыши*.

Для вставки сразу всех элементов в том порядке, как они помещались в буфер обмена, нажать кнопку **Вставить все**. Для просмотра дополнительных параметров отображения или скрытия буфера обмена щелкнуть по кнопке **Параметры**.

Отдельные элементы можно удалить из буфера обмена. Щелкнуть по элементу в области задач правой кнопкой *мыши* и выбрать команду контекстного меню **Удалить**. Для удаления сразу всех элементов нажать в области задач кнопку **Очистить все**.

Чтобы скрыть область задач, нажать кнопку **Заккрыть** в правом верхнем углу области.

Перемещение и копирование с помощью специальной вставки

При перемещении и *копировании* фрагментов документов с использованием буфера обмена могут возникнуть и более сложные задачи, чем простая вставка фрагмента в нужное место документа. Это могут быть задачи двух типов: копировать *фрагмент* в одном формате, а в документ вставить в другом; или связать вставляемый *фрагмент* с исходным копируемым *фрагментом*.

Обе эти задачи решаются с использованием возможностей **Специальной вставки**:

1. Переместить или скопировать *фрагмент* в буфер обмена.
2. Поставить *курсор* в место вставки, во вкладке **Главная** в группе **Буфер обмена**, щелкнуть стрелку кнопки **Вставить** и в появившемся меню выбрать команду **Специальная вставка** (рис. 37).

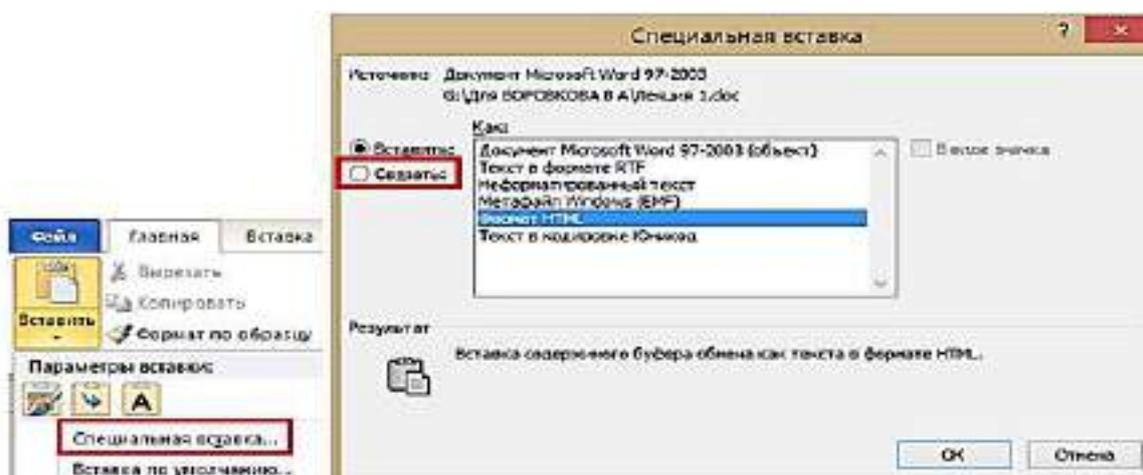


Рис. 37. Переход к специальной вставке

3. В диалоговом окне **Специальная вставка** в списке **Как** выбрать формат данных, вставляемых из буфера обмена. При необходимости установить связь с исходным файлом, поставив *переключатель в положение Связать*. Этот параметр доступен только в том случае, если исходное приложение поддерживает *связывание*. Перед установкой связи с исходным файлом необходимо сохранить его в исходном приложении.

2.6. РЕДАКТИРОВАНИЕ ДОКУМЕНТА. ШРИФТ

Основные параметры

Понятие «Основные параметры» весьма условно. В эту группу можно отнести параметры, которые устанавливаются с использованием элементов группы **Шрифт** вкладки **Главная** и некоторых элементов мини-панели инструментов (рис. 38).

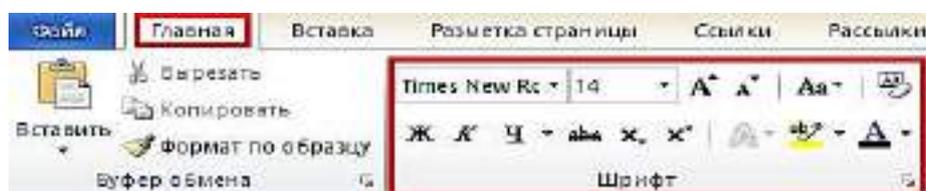


Рис. 38. Инструменты для установки основных параметров шрифта

Выбор шрифта и размера

Шрифт определяет внешний вид символов текста.

По умолчанию в Word 2010 при создании нового документа для основного текста принят *шрифт Calibri*, а для заголовков – *Cambria*.

Выбор шрифтов по умолчанию зависит от выбранной темы и набора стилей документа:

1. Выделить *фрагмент* текста.

2. В раскрывающемся списке **Шрифт** группы **Шрифт** вкладки **Главная** или мини-панели инструментов выбрать *шрифт* или *размер* (рис. 39). При наведении указателя мыши на выбираемый *шрифт* или *размер* срабатывает функция динамического просмотра, и *фрагмент* текста отображается указанным шрифтом.

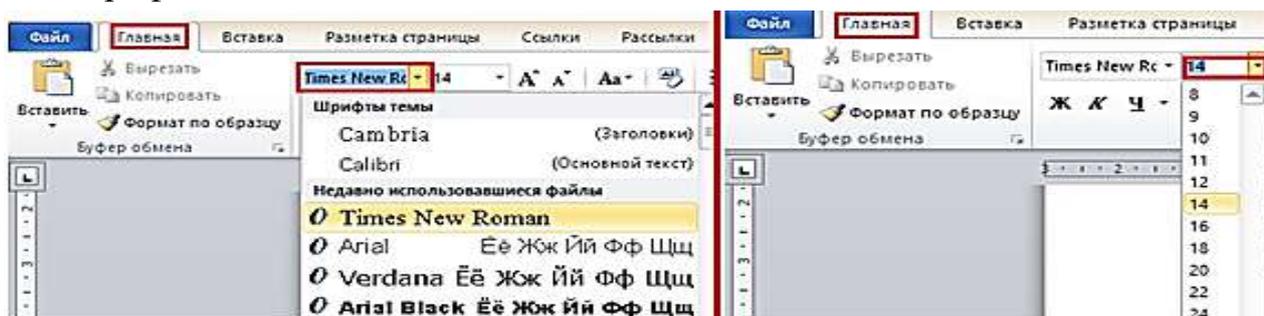


Рис. 39. Выбор и размер шрифта

Определенных правил для выбора *шрифта* документа не существует. Не рекомендуется в одном документе использовать большое разнообразие шрифтов – это затрудняет восприятие текста.

При выборе *шрифта* следует иметь в виду, что не все шрифты содержат начертания русских букв, а некоторые шрифты вообще не отображают никаких букв (например, *шрифт Wingdings. Вставка / Символы / Другие символы*).

Минимально возможный *размер шрифта* – 1 пт. Максимальный размер – 1638 пт. *Размер шрифта* можно устанавливать с точностью до 0,5 пт.

Для установки произвольного *размера шрифта* следует ввести требуемое значение в поле раскрывающегося списка **Размер шрифта** группы **Шрифт** вкладки **Главная** (рис. 40) или мини-панели *инструментов* и нажать клавишу **Enter**.

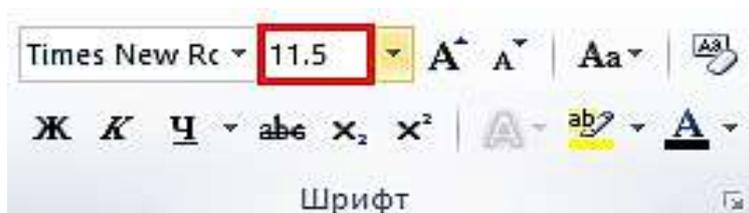


Рис. 40. Установка произвольного размера шрифта

Определенных правил для выбора *размера шрифта* документа не существует. Обычно для оформления основной части текста документа используют шрифты размером от 8 до 14 пт. $1 \text{ пт} = 1"/72 = 25,4 \text{ мм}/72 \approx 0,35 \text{ мм}$. ($14 \text{ пт} \approx 4,9 \text{ мм}$).

Для изменения *размера шрифта* можно воспользоваться также кнопками **Увеличить размер** или **Уменьшить размер** группы **Шрифт** вкладки **Главная** или мини-панели *инструментов* (рис. 41).

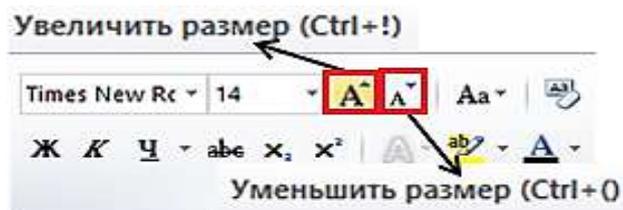


Рис. 41. Изменение размера шрифта

Выбор цвета шрифта

По умолчанию в Word 2010 при создании нового пустого документа для основного текста установлен цвет *шрифта авто*, который на белом фоне отображается как черный. Режим *авто* означает, что при использовании заливок (фона) темных цветов цвет *шрифта* автоматически изменится на белый. Цвет *шрифта*, принятый по умолчанию для заголовков и др. *элементов текста* документа, зависит от выбранной темы оформления:

1. Выделить *фрагмент* текста.

2. Щелкнуть по стрелке кнопки **Цвет текста** группы **Шрифт** вкладки **Главная** или мини-панели инструментов и выбрать требуемый цвет *шрифта* (рис. 42). При наведении указателя мыши на выбираемый цвет срабатывает функция динамического просмотра, и *фрагмент* текста отобразится указанным цветом *шрифта*.

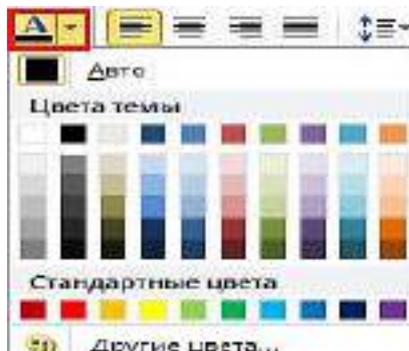


Рис. 42. Выбор цвета шрифта

Следует иметь в виду, что при выборе цветов темы цвет *шрифта* может измениться, если выбрать другую тему при оформлении документа. Стандартные цвета не изменяются при выборе другой темы документа.

Определенных правил выбора цвета *шрифта* документа не существует. Не рекомендуется использовать бледные цвета на белом фоне. Не рекомендуется в одном документе использовать большое разнообразие цветов – это затрудняет восприятие текста.

Установка начертания

Начертание определяет особенности внешнего вида символов текста. Можно установить полужирное начертание, курсив, подчеркнутый шрифт.

Для установки полужирного начертания *шрифта* используется ка **Полужирный** (**Ж**), для установки курсивного начертания – кнопка **Курсив** (**К**), для установки подчеркнутый – (**Ч**) группы **Шрифт** вкладки **Главная** или мини-панели инструментов (рис. 43):

1. Выделить *фрагмент* текста.
2. Нажать на кнопку **Ж**, **К**, или **Ч**.

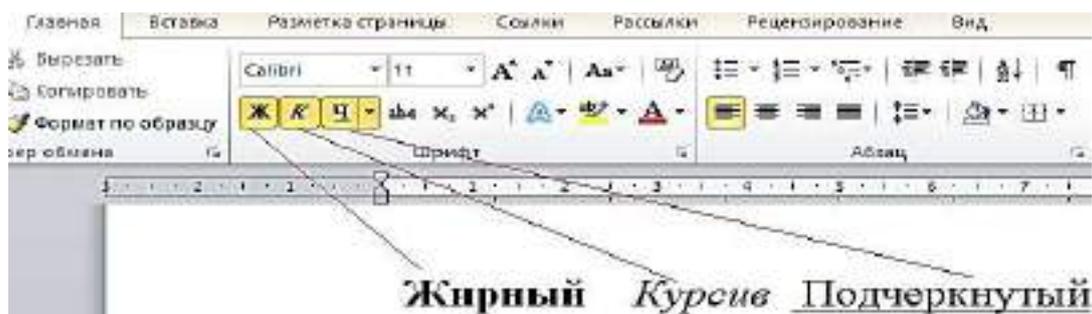


Рис. 43. Установка начертания шрифта

Эти кнопки работают в режиме *переключателя*, т. е. после того, как будет установлено начертание для выделенного фрагмента, кнопка так и останется нажатой. Чтобы убрать оформление полужирным начертанием, курсивом или подчеркиванием, следует еще раз нажать на соответствующую кнопку.

По умолчанию цвет подчеркивающей линии совпадает с цветом подчеркиваемого текста. После подчеркивания можно изменить вид линий.

Помимо имеющихся в списке способов подчеркивания можно выбрать и др. варианты. В меню кнопки **Подчеркнутый** группы **Шрифт** вкладки **Главная** выбрать команду **Другое подчеркивание** и во вкладке **Шрифт диалогового окна Шрифт** в раскрывающемся списке **Подчеркивание** выбрать требуемый способ.

Изменение регистра текста

Если текст уже введен, можно изменить его регистр: например, строчные (маленькие → а) буквы преобразовать в прописные (большие → А) или наоборот:

1. Выделить *фрагмент* текста.

2. Щелкнуть по кнопке **Регистр** группы **Шрифт** вкладки **Главная** и выбрать нужный регистр (рис. 44).

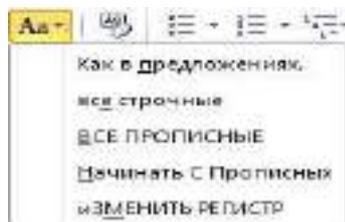


Рис. 44. Изменение регистра текста

Использование надстрочных и подстрочных знаков

Для оформления надстрочных или подстрочных знаков (верхних и нижних индексов) используют соответствующие кнопки группы **Шрифт** вкладки **Главная** (рис. 45) или:

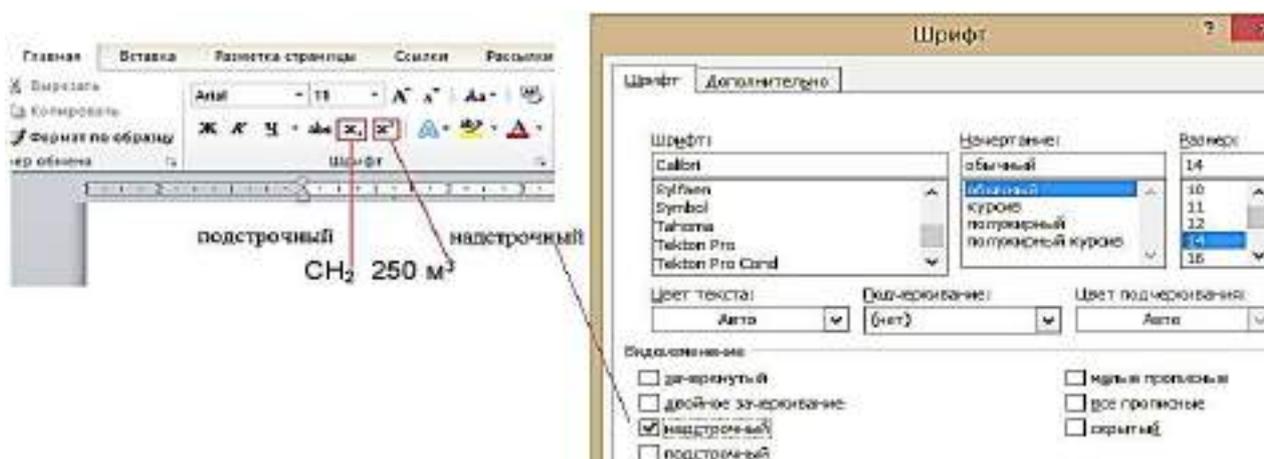


Рис. 45. Надстрочные и подстрочные знаки

1. Выделить *фрагмент* текста или конкретный символ.
2. Нажать на кнопку  или .

Обе кнопки работают в режиме *переключателя*, т. е. после того, как будет установлено оформление фрагмента, кнопка так и останется нажатой. Чтобы убрать оформление, следует еще раз нажать на соответствующую кнопку.

Зачеркнутый текст

Зачеркнутый текст используется, в основном, при оформлении документов *частного* характера, в частности, при создании записей в *блогах*.

Текст нормальный, разряженный или уплотненный

Во вкладке **Дополнительно** устанавливаются интервалы между символами в строке, ширина символов или смещение. Все эти параметры доступны по схеме (рис. 46).

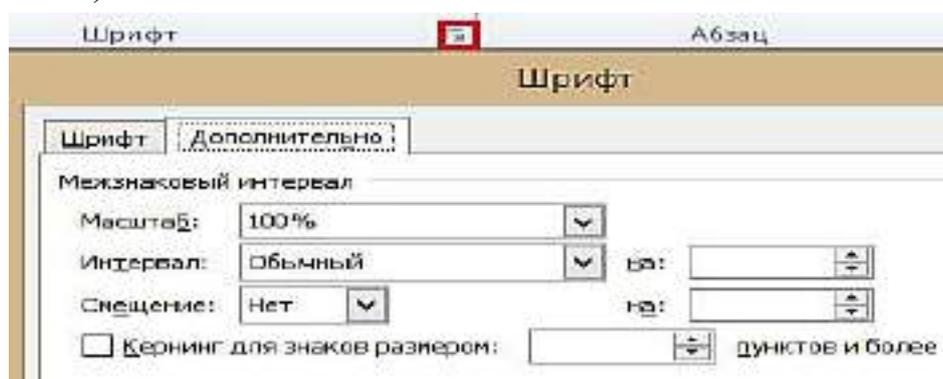


Рис. 46. Вкладка Интервал диалогового окна «Шрифт»

Видоизменение шрифта

Видоизменения *шрифта* (шрифтовые эффекты) устанавливаются флажками группы **Видоизменение** вкладки **Шрифт** *диалогового окна*. Некоторые из них (зачеркнутый, надстрочный, подстрочный) можно установить в группе **Шрифт** вкладки **Главная**.

Видоизменение строчных букв на прописные используют для написания заголовков. Видоизменение всех прописных превращает все буквы в строчные.

Видоизменение **Скрытый** делает текст невидимым на экране. Чтобы посмотреть скрытый текст, надо во вкладке **Главная** в группе **Абзац** нажать кнопку **Отобразить все знаки**. Скрытый текст будет отображен с подчеркиванием точечным пунктиром. При этом все параметры оформления будут отображены.

Изменение ширины символов шрифта

Для изменения ширины символов используется раскрывающийся сок **Масштаб** вкладки **Дополнительно** *диалогового окна* **Шрифт**. Можно

выбрать любое значение из этого списка или, не открывая списка, щелкнуть левой кнопкой *мыши* в его поле и ввести требуемое значение. Увеличение масштаба используют обычно для заголовков; уменьшение масштаба (80–85 %) можно применять для «подгонки» *длины строк* (см. рис. 46). Допустимый *диапазон* масштабирования символов – от 1 до 600 %. Точность установки масштаба – 1 %.

Изменение интервалов между символами

Применяя раскрывающийся список **Интервал** вкладки **Дополнительно** и рядом расположенный счетчик на *диалоговом окне Шрифт*, можно изменять интервалы (*расстояние*) между символами в строке текста.

В раскрывающемся списке **Интервал** можно выбрать **Разряженный** или **Уплотненный**, а в *счетчике* надо установить требуемое значение разрежения или сжатия *интервалов*. Величина изменения *интервалов* между символами по умолчанию устанавливается в пунктах (пт), но, при желании, значение можно указать и в сантиметрах или миллиметрах. Для этого следует в поле счетчика ввести число и через пробел – сокращение см или мм: например, **0,5 см** или **5 мм**. *Расстояние* между символами можно изменять с точностью до 0,05 пт или 0,01 мм. Разреженный *интервал* применяют при оформлении заголовков (с интервалом, как правило, 3 или 4 пт) или для выделения отдельных слов в тексте.

Уплотненный *интервал* используется в основном для «подбора» длины текста в строке, например, для удаления коротких последних строк абзацев. Уменьшать интервалы рекомендуется не более чем на 0,2–0,4 пт. Эти внесенные изменения будут почти незаметны в скорректированном тексте.

Смещение текста

Раскрывающийся список **Смещение** вкладки **Дополнительно** *диалогового окна Шрифт* позволяет сместить текст выше или ниже основного уровня строки. В *счетчике* устанавливается величина смещения – по умолчанию в пунктах (пт), но значение смещения можно указать и в сантиметрах или миллиметрах. Для этого следует в поле счетчика ввести число и через пробел – сокращение см или мм: например, **1 см** или **3 мм**. Величину смещения можно изменять с точностью до 0,5 пт или 0,1 мм. Смещение часто используется вместо надстрочных и подстрочных знаков (верхних и нижних индексов). Отличие заключается в том, что при этом *размер смещаемых символов не изменяется*.

Анимация текста

Установка *анимации* придает тексту художественное оформление. *Анимация* позволяет применять заливку символов текста и изменять *контур*, устанавливать эффекты объема и тени, назначить другие эффекты:

1. Выделить *фрагмент* текста.

2. Щелкнуть по кнопке **Анимация** группы **Шрифт** вкладки **Главная** и в появившейся галерее выбрать устанавливаемый вариант (рис. 47). При наведении *указателя мыши* на выбираемый вариант срабатывает функция динамического просмотра, и *фрагмент* текста отобразится соответственно.

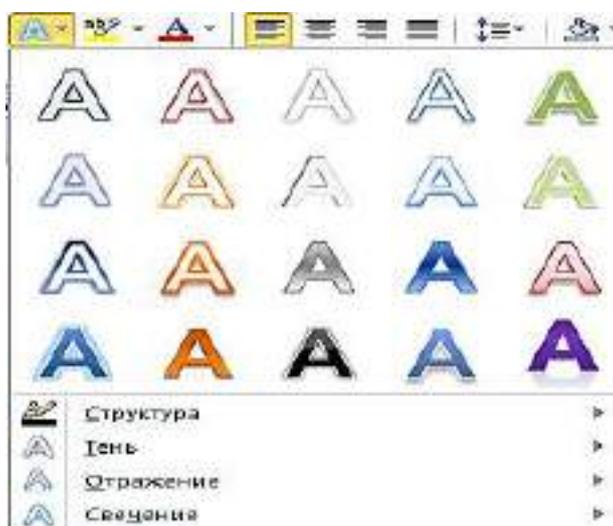


Рис. 47. Выбор варианта анимации

Настройка параметров анимации

К выбранному варианту *анимации* можно добавить различные эффекты: тень, отражение, свечение:

1. Выделить *фрагмент* текста.

2. Щелкнуть по кнопке **Анимация** группы **Шрифт** вкладки **Главная**, в появившейся галерее выбрать вид применяемого эффекта (Тень, Отражение, Свечение), а затем – конкретный вариант эффекта. При наведении указателя мыши на выбираемый эффект срабатывает функция динамического просмотра, и фрагмент текста отобразится с выбранным эффектом.

Изменение параметров контура и заливки

Представленные в галерее варианты *анимации* имеют предустановленное оформление: цвет и *градиент* заливки *шрифта*, а также параметры *контура шрифта* (толщина, тип и цвет линии). Эти варианты разработаны художниками-дизайнерами и, в большинстве случаев, их не рекомендуется произвольно изменять.

Однако при необходимости можно изменить параметры *контура*:

1. Выделить *фрагмент* текста.

2. Щелкнуть по кнопке **Анимация** группы **Шрифт** вкладки **Главная**, в появившейся галерее выбрать команду **Структура**, а затем цвет линии, ее толщину и тип. При наведении *указателя мыши* на выбираемый эффект срабатывает функция динамического просмотра, и *фрагмент* текста отображается с выбранными параметрами.

Изменение цвета и заливки *шрифта*

1. Выделить *фрагмент* текста.

2. Щелкнуть по стрелке кнопки **Цвет текста** группы **Шрифт** вкладки **Главная** или мини-панели инструментов и выбрать требуемый цвет шрифта. При наведении *указателя мыши* на выбираемый цвет срабатывает функция динамического просмотра, и фрагмент текста отобразится указанным цветом шрифта.

Многие варианты *анимации* имеют градиентную (неравномерную) заливку. Можно установить *градиент* и для произвольно выбранного цвета заливки:

1. Выделить *фрагмент* текста.

2. Щелкнуть по стрелке кнопки **Цвет текста** группы **Шрифт** вкладки **Главная** или мини-панели инструментов, выбрать команду **Градиентная**, а затем – вариант градиентной заливки. При наведении *указателя мыши* на выбираемый вариант срабатывает функция динамического просмотра, и *фрагмент* текста отобразится с выбранной *градиентной заливкой*.

Удаление анимации

Примененный вариант *анимации* и все назначенные для него эффекты можно удалить:

1. Выделить *фрагмент* текста.

2. Щелкнуть по кнопке **Анимация** группы **Шрифт** вкладки **Главная** и в появившейся галерее выбрать команду **Очистить текстовые эффекты**.

Выделение цветом:

1. Кнопка для выделения цветом находится в группе **Шрифт** вкладки **Главная** или на мини-панели инструментов.

2. Выделение цветом применяют для привлечения внимания к фрагментам текста. Это своеобразный аналог цветного маркера, который используется при работе с бумажными документами.

3. Выделить *фрагмент* документа.

4. Щелкнуть по стрелке кнопки **Цвет** выделения текста в группе **Шрифт** вкладки **Главная** или на мини-панели инструментов и выбрать требуемый цвет. При наведении указателя мыши на выбираемый цвет срабатывает функция динамического просмотра, и *фрагмент* документа отображается выделенным цветом.

Оформление буквицы

Буквица (большая заглавная буква) применяется в начале документа или главы:

1. Выделить абзац, который должен начинаться с буквицы.

2. Во вкладке **Вставка** в группе **Текст** щелкнуть по кнопке **Буквица** и выбрать положение буквы (**В тексте** или **На поле**). При наведении указателя мыши на выбираемый вариант срабатывает функция динамического просмотра, и *фрагмент* документа отображается с буквицей.

3. По умолчанию буквица оформлена тем же шрифтом, что и абзац, а ее *высота* составляет три строки текста.

4. Для настройки параметров буквицы в меню кнопки **Буквица** (рис. 48) выбрать команду **Параметры буквицы**.

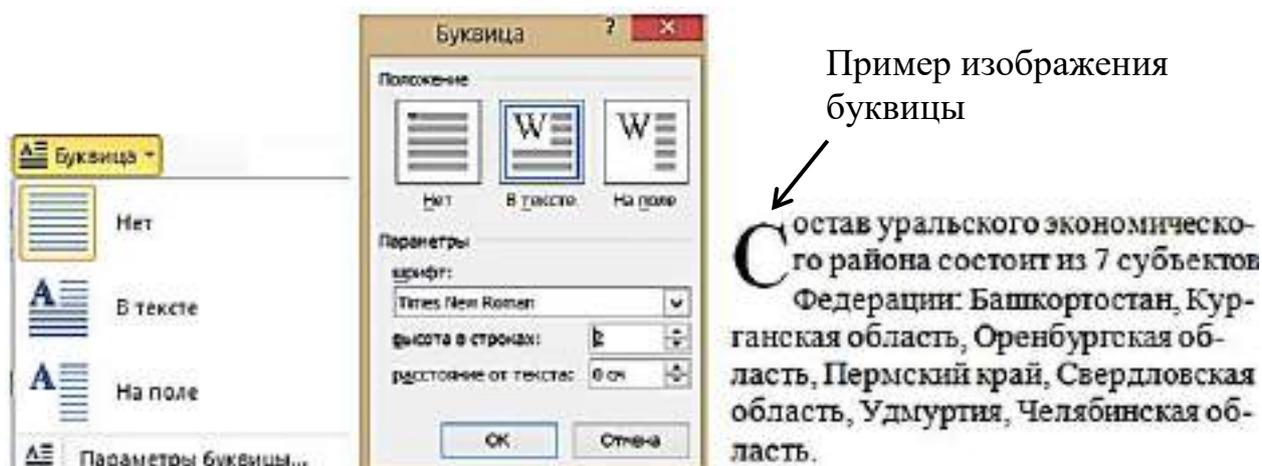


Рис. 48. Настройка параметров буквицы

5. В диалоговом окне **Буквица** в раскрывающемся списке **Шрифт** выбрать *шрифт* буквы, в *счетчике высота* в строках указать количество строк, которое будет занимать буква, а в *счетчике расстояние* от текста можно указать это *расстояние*.

6. Буквица размещается в специальной рамке. Для выделения рамки нужно сначала щелкнуть левой кнопкой *мыши по* буквице, после чего вокруг буквы появится пунктирная рамка, а затем щелкнуть *по* этой рамке так, чтобы на рамке появились маркеры. После этого можно изменять параметры *шрифта* буквы в буквице; перетаскиванием маркеров можно изменить размер рамки. Кроме того, ухватившись за рамку буквицы, ее можно переместить в любое *место* текста документа.

7. Если выделить не весь абзац, а только его первое *слово*, то все это *слово* будет оформлено как буквица.

8. Для удаления оформления абзаца с буквицей выделить абзац и в *меню* кнопки **Буквица** выбрать вариант **Нет**.

2.7. ОФОРМЛЕНИЕ ТЕКСТА. АБЗАЦЫ

Абзацем называют *фрагмент* текста от одного нажатия клавиши **Enter** до следующего. Абзацем также является *фрагмент* от начала документа до первого нажатия клавиши **Enter**. В *ячейках* таблицы абзацем является *фрагмент* от начала *ячейки* до ближайшего нажатия клавиши **Enter** или знака конца *ячейки*.

Абзацы могут иметь разный размер: от одной строки до любого количества строк. Может существовать пустой абзац, не содержащий текста. При выделении абзаца важно, чтобы в область выделения был включен непечатаемый знак конца абзаца (¶). Для отображения этих знаков во вкладке **Главная** в группе **Абзац** можно нажать кнопку **Отобразить все знаки** (рис. 49).

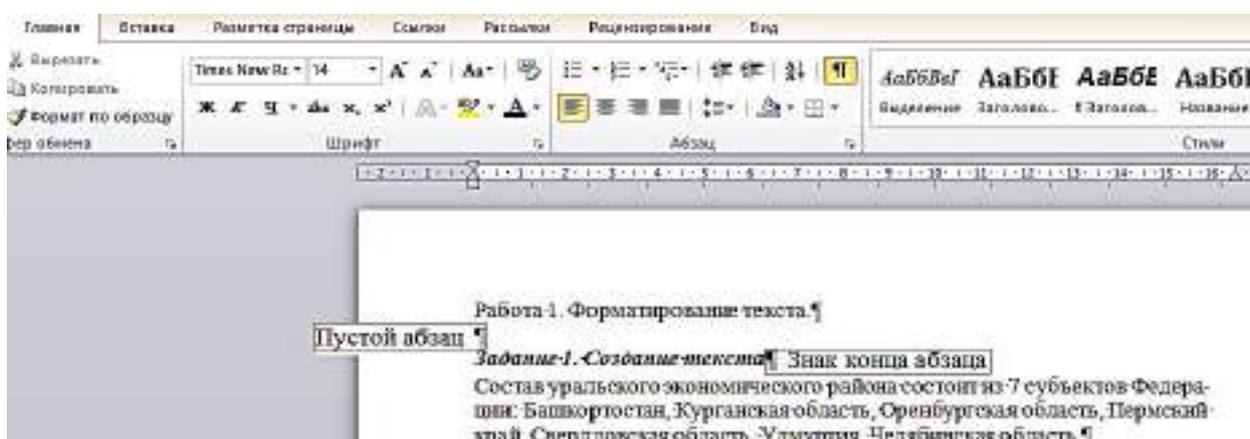


Рис. 49. Абзацы в документе

При установке параметров для одного абзаца выделять его не обязательно. Достаточно, если в этом абзаце будет находиться *курсор*. Если же оформляется сразу несколько абзацев, их необходимо выделить.

Инструменты для форматирования абзацев

Word 2010 имеет многочисленные инструменты для оформления абзацев. Большая часть их сосредоточена в группе **Абзац** вкладки **Главная** (рис. 50). Для установки отдельных параметров можно воспользоваться мини-панелью инструментов.

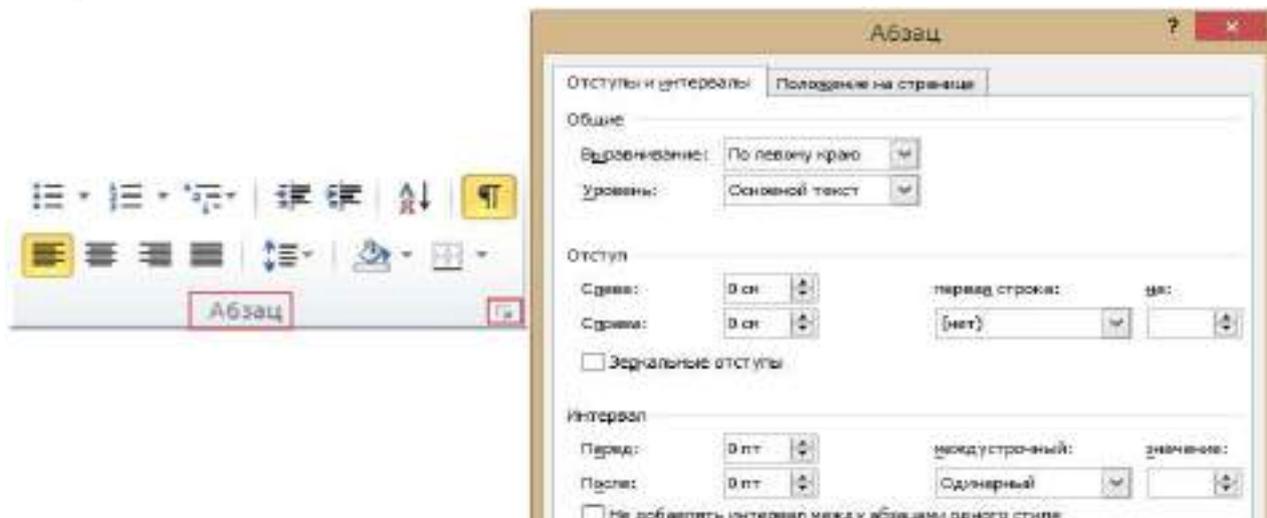


Рис. 50. Инструменты вкладки «Главная» для установки основных параметров абзаца

Кроме того, группа **Абзац** имеется также во вкладке **Разметка страницы**. Она содержит инструменты для установки отступов и *интервалов* между абзацами.

Для установки отступов можно пользоваться горизонтальной линейкой окна документа. Для отображения линейки установите соответствующий флажок в группе **Показать** вкладки **Вид** или специальный значок в верхней части вертикальной *полосы прокрутки* (рис. 51).

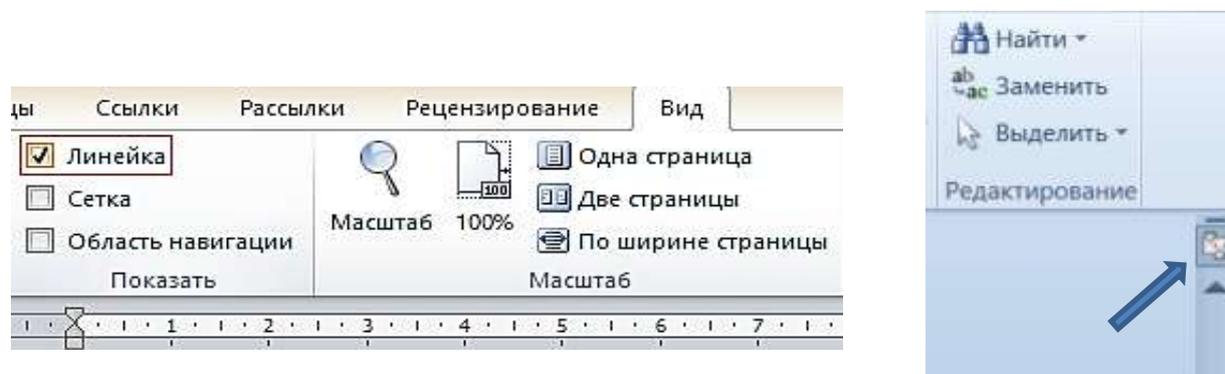


Рис. 51. Отображение линейки и кнопка для установки горизонтальной линейки

Для установки некоторых параметров приходится использовать *диалоговое окно Абзац*. Чтобы отобразить окно, щелкнуть по значку группы **Абзац** в любой из вкладок (**Главная** или **Разметка страницы**). Можно также щелкнуть правой кнопкой *мыши* по выделенному *фрагменту* документа и в контекстном меню выбрать команду **Абзац**. Для работы с абзацами в основном используют вкладку **Отступы и интервалы**. Но в отдельных случаях применяется и вкладка **Положение на странице**.

Установка выравнивания абзацев

Абзацы документа могут быть выровнены одним из четырех способов: по левому краю, по центру страницы, по правому краю, по ширине страницы:

1. Выделить один или несколько абзацев.
2. Нажать соответствующую кнопку группы **Абзац** вкладки **Главная**.

Для выравнивания по центру страницы можно также воспользоваться кнопкой мини-панели инструментов.

Установка отступов

Установка отступа абзаца изменяет положения текста относительно левого и/или правого полей страницы. Можно установить *отступ* всего абзаца, только первой строки абзаца или всех строк, кроме первой (выступ первой строки). Положительное *значение* отступа означает смещение абзаца к центру страницы, отрицательное – от центра к краям страницы

Для установки отступов можно использовать «бегунки» на горизонтальной линейке:

1. Выделить один или несколько абзацев.
2. Перетащить соответствующий бегунок горизонтальной линейки (рис. 52).



Рис. 52. Установка отступов абзацев с использованием «бегунков» на горизонтальной линейке

Если перетаскивание производить при нажатой клавише **Alt**, на горизонтальной линейке будут отображаться точные размеры устанавливаемых отступов, а также размер полей страницы. *Отступ* изменится после того, как будет отпущена левая кнопка *мыши*.

Более точная установка отступов (с точностью до 0,01 см) производится во вкладке **Отступы и интервалы** диалогового окна **Абзац**.

Междустрочный *интервал* определяет *расстояние* по вертикали между строками текста в абзаце. Размер *интервала* обычно устанавливается количеством строк. Величина междустрочного *интервала* зависит от размера выбранного *шрифта*.

Для установки величины *интервала* используют кнопку **Интервал** группы **Абзац** вкладки **Главная**:

1. Выделить один или несколько абзацев.
2. Щелкнуть по кнопке **Междустрочный интервал** группы **Абзац** вкладки **Главная** (рис. 53) и в появившемся меню выбрать требуемый *интервал*. Функция динамического просмотра при выборе *интервала* не работает.

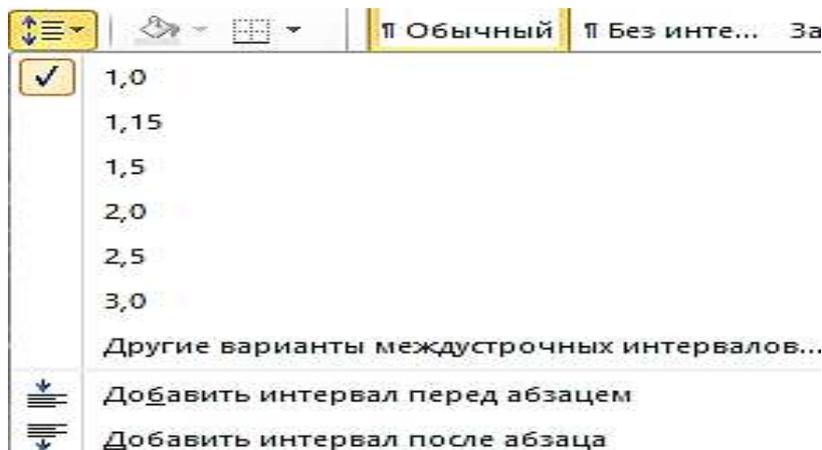


Рис. 53. Установка междустрочного интервала

Для использования дополнительных возможностей установки междустрочных *интервалов* следует воспользоваться вкладкой **Отступы и интервалы** диалогового окна **Абзац**.

Интервалы между абзацами

Интервалы между абзацами удобно устанавливать в счетчиках **Интервал** группы **Абзац** вкладки **Разметка страницы**.

Для установки *интервалов* между абзацами можно воспользоваться счетчиками **До** и **После** в группе **Интервал** вкладки **Отступы и интервалы** диалогового окна **Абзац**.

Заливка абзацев

Установка заливки

Для установки заливки используют кнопку **Заливка**, расположенную в группе **Абзац** вкладки **Главная**:

1. Выделить один или несколько абзацев.

2. Во вкладке **Главная** в группе **Абзац** щелкнуть по стрелке кнопки **Заливка** и выбрать необходимый цвет. При наведении указателя мыши на выбираемый цвет срабатывает функция динамического просмотра, и фрагмент документа отображается с заливкой указанным цветом.

2.8. ОФОРМЛЕНИЕ ТЕКСТА. СПИСКИ

Оформление нумерованных списков

При оформлении списков следует иметь в виду, что элементом списка может быть только абзац. Список, набранный в строку, автоматически пронумеровать нельзя:

1. Выделить несколько абзацев, оформляемых в виде списка.

2. Щелкнуть по стрелке кнопки **Нумерация** группы **Абзац** вкладки **Главная** и в галерее списков выбрать нужный вариант нумерации. При наведении указателя мыши на выбираемый список срабатывает функция динамического просмотра, и фрагмент документа отобразится нумерованным (рис. 54).

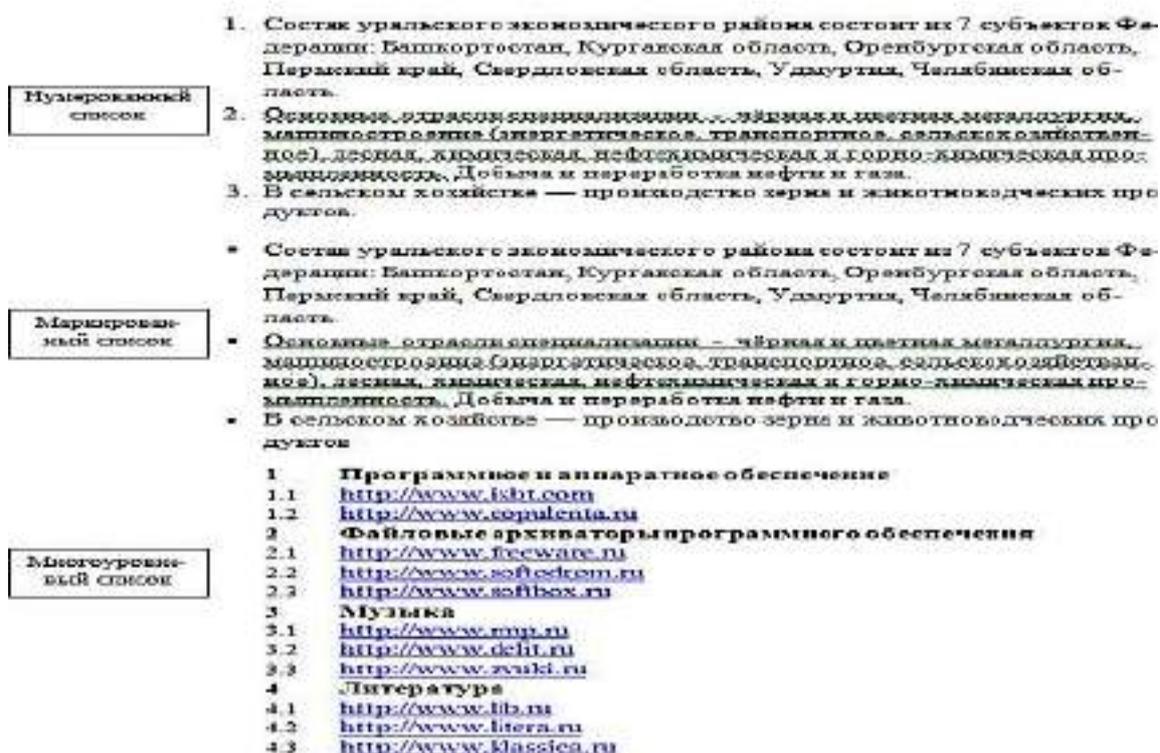


Рис. 54. Примеры различных вариантов записи списков в документе

Настройка параметров списка

Можно изменить параметры созданного ранее списка или настроить эти параметры при создании списка (рис. 55):

1. Выделить абзацы, оформленные или оформляемые в виде списка.
2. Щелкнуть по стрелке кнопки **Нумерация** группы **Абзац Главная** (см. рис. 55) и выбрать команду **Определить новый формат номера**.
3. В *диалоговом окне* **Определение нового формата номера** установить необходимые параметры.

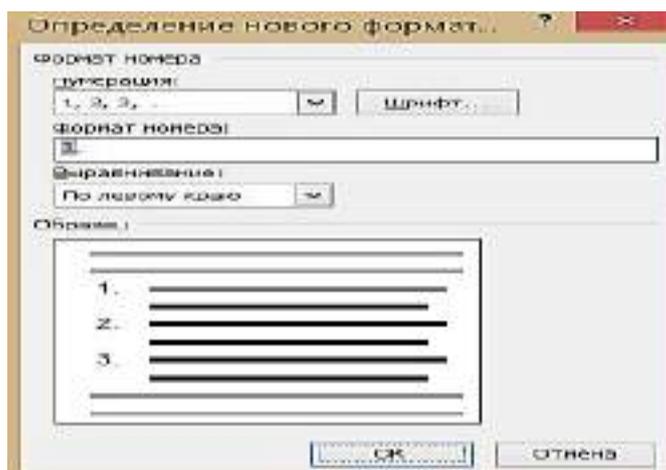


Рис. 55. Настройка параметров списка

4. В раскрывающемся списке *нумерация* выбрать требуемый вид *нумерации*. Можно выбрать *нумерацию* арабскими или римскими цифрами, латинскими или русскими буквами, количественными и порядковыми числительными и т. д.

5. В поле **Формат номера** при необходимости добавить к *нумерации* текст, который будет отображаться при каждом номере. Текст можно вводить как перед номером, так и после него. Например, при *нумерации* списка компьютеров можно добавить к номерам слово **Компьютер**.

Изменение порядка нумерации

Для имеющегося списка можно изменить начальный номер, с которого начинается список. Можно также оформить текущий список как продолжение предыдущего списка в документе:

1. Выделить абзацы, оформленные в виде списка.
2. Щелкнуть по стрелке кнопки «Нумерация» группы «Абзац» вкладки «Главная» и выбрать команду «Задать» начальное значение.
3. В *диалоговом окне* **Задание начального значения** установить необходимые параметры.

Оформление маркированных списков

При оформлении списков следует иметь в виду, что *элементом списка* может быть только абзац. Список, набранный в строку, маркировать нельзя:

1. Выделить несколько абзацев, оформляемых в виде списка.

2. Щелкнуть по стрелке кнопки **Маркеры** группы **Абзац** вкладки **Главная** (рис. 56) и в галерее выбрать нужный маркер. При наведении *указателя мыши* на выбираемый маркер срабатывает функция динамического просмотра, и *фрагмент* документа отображается маркированным.

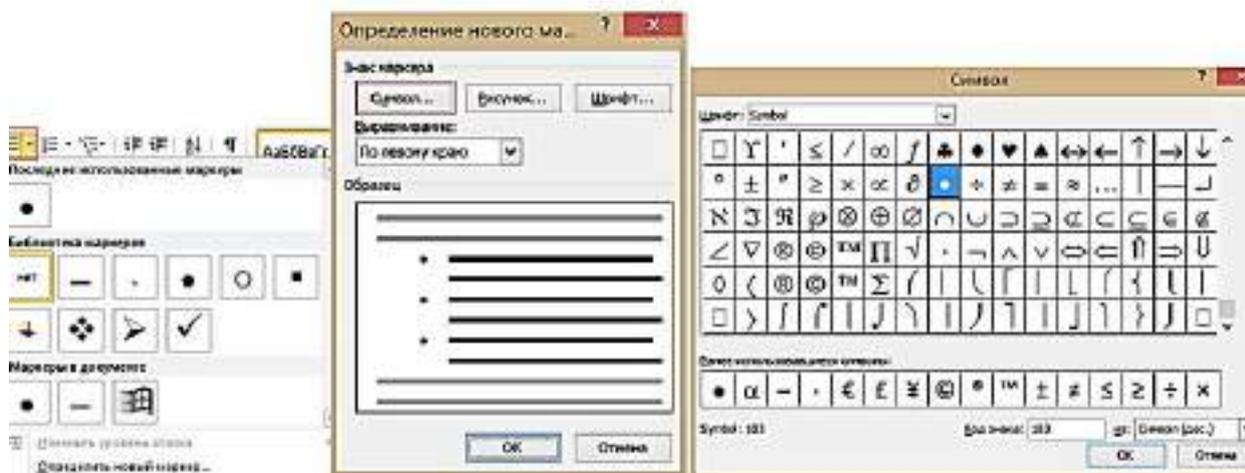


Рис. 56. Оформление маркированного списка

Оформление многоуровневых списков

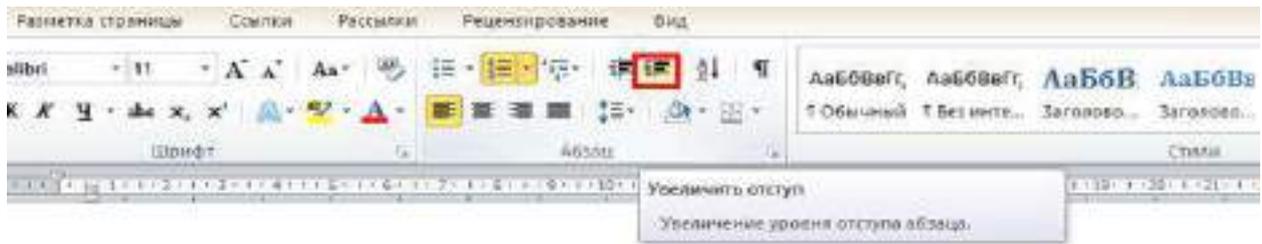
При оформлении списков следует иметь в виду, что *элементом списка* может быть только абзац:

1. Выделить один или несколько абзацев, оформляемых в виде многоуровневого списка.

2. Щелкнуть по кнопке **Многоуровневый список** (рис. 57) группы **Абзац** вкладки **Главная** и в галерее списков выбрать нужный вариант *нумерации*. При наведении *указателя мыши* выбираемый список отображается более крупно, но функция динамического просмотра в документе не работает.

Если абзацы оформляемого текста не различаются отступами слева, то первоначально список не будет многоуровневым.

3. Для понижения уровня отдельных абзацев списка надо увеличить отступ слева. Выделить абзац (абзацы) и нажать кнопку **Увеличить отступ** группы **Абзац** вкладки **Главная**. Каждое нажатие кнопки понижает выделенные абзацы на один уровень. Для повышения уровня нажать кнопку **Уменьшить отступ**. Для этой же цели можно использовать аналогичные кнопки *мини-панели инструментов*.



1. Программное и аппаратное обеспечение
2. <http://www.ixit.com>
3. <http://www.copulenta.ru>
4. Файловые архиваторы программного обеспечения
5. <http://www.free-ware.ru>
6. <http://www.softodrom.ru>
7. <http://www.softbox.ru>
8. Музыка
9. <http://www.rmp.ru>
10. <http://www.delfi.ru>
11. <http://www.zvuki.ru>
12. Литература
13. <http://www.lib.ru>
14. <http://www.litera.ru>
15. <http://www.klassica.ru>

1. Программное и аппаратное обеспечение
 - 1.1. <http://www.ixit.com>
 - 1.2. <http://www.copulenta.ru>
2. Файловые архиваторы программного обеспечения
3. <http://www.free-ware.ru>
4. <http://www.softodrom.ru>
5. <http://www.softbox.ru>
6. Музыка
7. <http://www.rmp.ru>
8. <http://www.delfi.ru>
9. <http://www.zvuki.ru>
10. Литература
11. <http://www.lib.ru>
12. <http://www.litera.ru>
13. <http://www.klassica.ru>

Рис. 57. Заготовка многоуровневого списка

Для понижения уровня элементов в списке можно также использовать клавишу **Tab**, а для повышения – комбинацию **Shift + Tab**.

2.9. ОФОРМЛЕНИЕ ТЕКСТА. СТИЛИ И ТЕМЫ

Для работы со стилями используют элементы группы **Стили** вкладки **Главная**, область задач **Стили**, а также команда контекстного меню **Стили** и ее подчиненное меню (рис. 58).

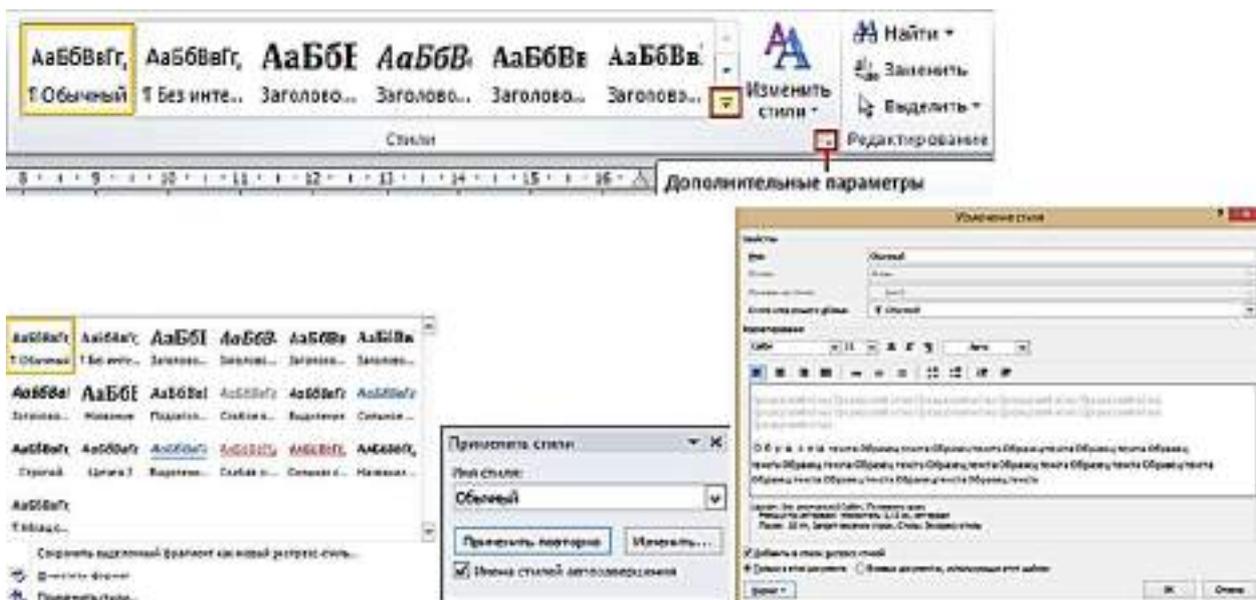


Рис.58. Выбор стиля

Создание стиля

Стиль обычно создают на основе оформленного *фрагмента* документа.

Можно создать новый стиль и сразу же добавить его в коллекцию

Экспресс-стили:

1. Выделить *фрагмент* текста, параметры оформления которого требуется использовать для создания нового стиля.

2. Щелкнуть правой кнопкой *мыши* по выделенному *фрагменту* документа, в контекстном меню выбрать команду **Стили**, а затем в подчиненном меню – команду **Сохранить выделенный фрагмент как новый экспресс-стиль**.

Инспекция стилей

Можно определить, какой стиль применен к *фрагменту* документа и не было ли применено к этому *фрагменту* оформление, отличающееся от параметров стиля:

1. Выделить фрагмент текста, для которого требуется определить используемый стиль.

2. Нажать кнопку «Инспектор стилей» в области задач «Стили».

3. В области задач «Инспектор стилей» будет отображено название стиля абзаца и отличие параметров выделенного фрагмента, а также название стиля знака и отличие параметров (рис. 59).

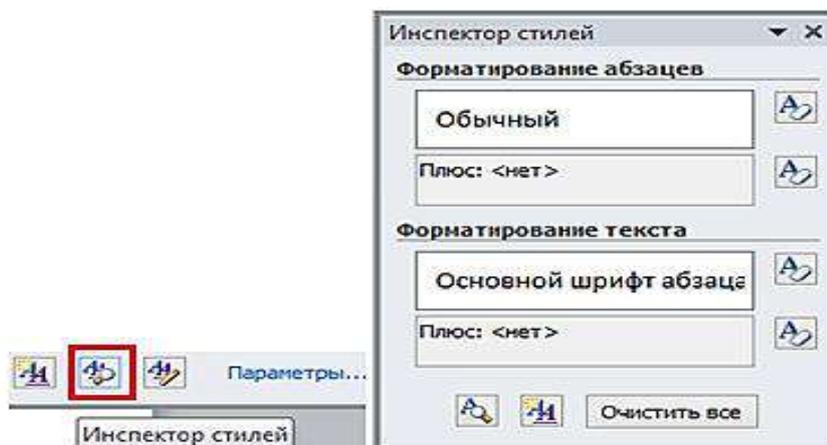


Рис. 59. Инспекция стилей

Новый стиль можно создавать и, не используя оформленный *фрагмент* документа:

1. Нажать кнопку **Создать стиль** в области задач **Стили**.

2. В *диалоговом окне* **Создание стиля** установить параметры стиля.

2.10. СОЗДАНИЕ ТАБЛИЦ

Ячейки таблицы могут содержать текст, графические объекты, *вложенные таблицы*.

Для вставки таблицы используют вкладку **Вставка**.

Для работы с таблицами в Microsoft Word применяют контекстные вкладки **Конструктор** и **Макет** группы вкладок **Работа с таблицами**. Эти вкладки автоматически отображаются, когда *курсор* находится в какой-либо *ячейке* существующей таблицы.

Таблица всегда вставляется в то место документа, где в данный момент находится *курсор*. Лучше всего поставить *курсор* в начало абзаца текста, перед которым должна располагаться создаваемая таблица.

Для быстрой вставки простой таблицы во вкладке **Вставка** нажать кнопку **Таблица** и в появившемся табло при нажатой левой кнопке выделить необходимое число столбцов и строк (рис. 60). При наведении *указателя мыши* срабатывает функция *динамического* просмотра, и создаваемая таблица отображается в документе. Таблица занимает всю ширину страницы и имеет столбцы одинаковой ширины.

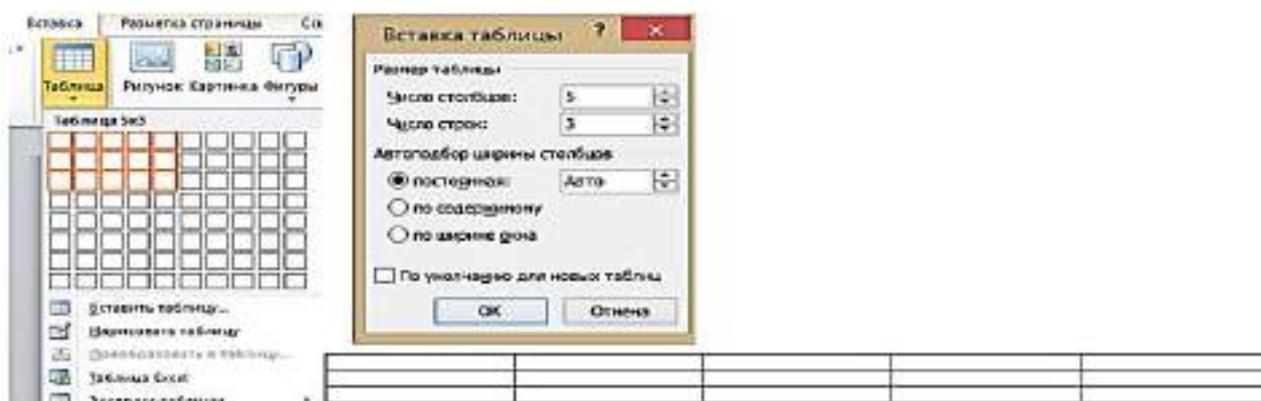


Рис. 60. Вставка простой таблицы

Можно настроить некоторые параметры создаваемой таблицы:

1. Установить *курсор* в позицию, где будет находиться создаваемая таблица.
2. Щелкнуть кнопку **Таблица** во вкладке **Вставка** и выбрать команду **Вставить таблицу**.
3. В окне **Вставка таблицы** выбрать требуемое количество строк и столбцов, а также способ автоподбора ширины столбцов.

При *создании таблицы* можно воспользоваться имеющимися заготовками Microsoft Word или собственными, ранее *созданными таблицами*:

1. Установить *курсор* туда, где будет находиться создаваемая таблица.

2. Нажать кнопку **Таблица** во вкладке **Вставка** и выбрать команду **Экспресс-таблицы**.

3. Прокрутить список таблиц и выбрать нужную форму. Пользовательские таблицы, занесенные в список экспресс-таблиц, обычно располагаются в разделе **Общие** в конце списка.

В результате в документ будет вставлена готовая таблица, содержащая текст и соответствующее оформление. Оформление встроенных экспресс-таблиц Microsoft Word зависит от выбранной темы документа. Созданная таблица может иметь заголовки. Ненужный текст можно удалить. Можно также изменить оформление таблицы.

Копирование таблиц из документов Microsoft Excel

Таблицу из документов (*рабочих книг*) Microsoft Excel можно копировать в документ Microsoft Word с помощью буфера обмена. Вставляемая таблица может быть связанной или несвязанной. В связанной таблице данные могут обновляться при изменении данных в исходной таблице Microsoft Excel. В несвязанной таблице обновление данных не происходит (рис. 61):

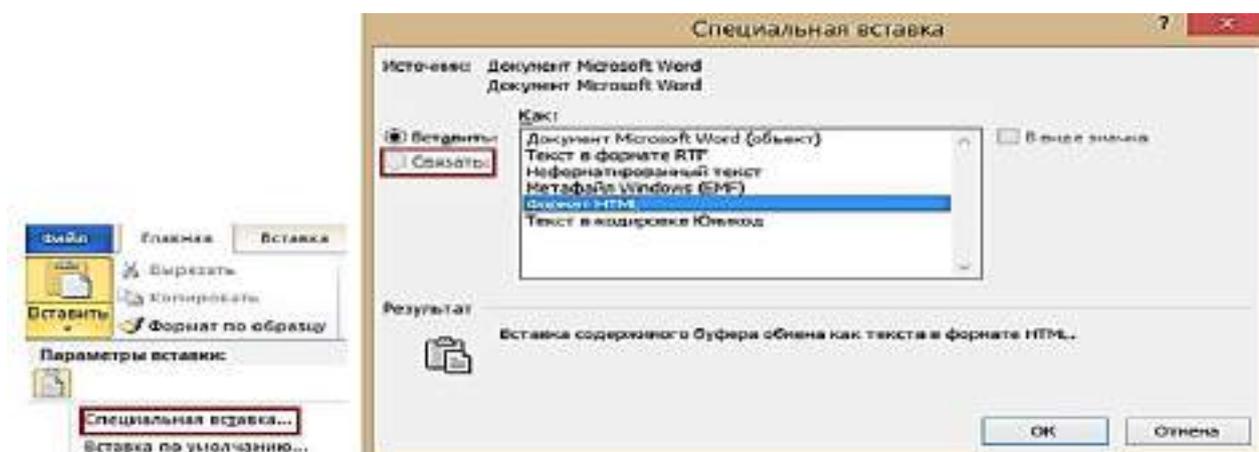


Рис. 61. Вставка связанной таблицы Microsoft Excel

1. Выделить таблицу или *фрагмент* таблицы на листе документа Microsoft Excel и скопировать ее в буфер обмена.

2. Установить *курсор* туда, где будет находиться вставляемая таблица.

3. Для вставки несвязанной таблицы нажать кнопку **Вставить** во вкладке **Главная**.

4. Для вставки связанной таблицы щелкнуть по стрелке кнопки **Вставить** во вкладке **Главная** и выбрать команду **Специальная вставка**. В

окне **Специальная вставка** установить *переключатель* **Связать** и выбрать формат вставляемой таблицы.

Параметрами обновления связанной таблицы можно управлять:

1. Перейти во вкладку **Файл** и выбрать команду **Сведения**.
2. В разделе вкладки **Сведения** нажать кнопку **Изменить связи с файлами**.
3. В окне **Связи** в разделе **Способ обновления связи** выбрать требуемый параметр.

Преобразование текста в таблицу

Для преобразования текста в таблицу необходимо разделить текст с помощью табуляции, точки с запятой или другого знака – разделителя, чтобы указать начало нового столбца. Строка таблицы отмечается знаком абзаца:

1. Выделить *фрагмент* документа, преобразуемый в таблицу.
2. Щелкнуть кнопку **Таблица** во вкладке **Вставка** и выбрать команду **Преобразовать в таблицу** (рис. 62).
3. В окне **Преобразовать в таблицу** в *счетчике* **Число столбцов** установить число столбцов создаваемой таблицы (число строк устанавливается автоматически); в разделе **Автоподбор ширины столбцов** выбрать способ изменения ширины столбцов таблицы (при выборе параметра **постоянная** можно указать ширину столбцов); выбрать знак разделителя.

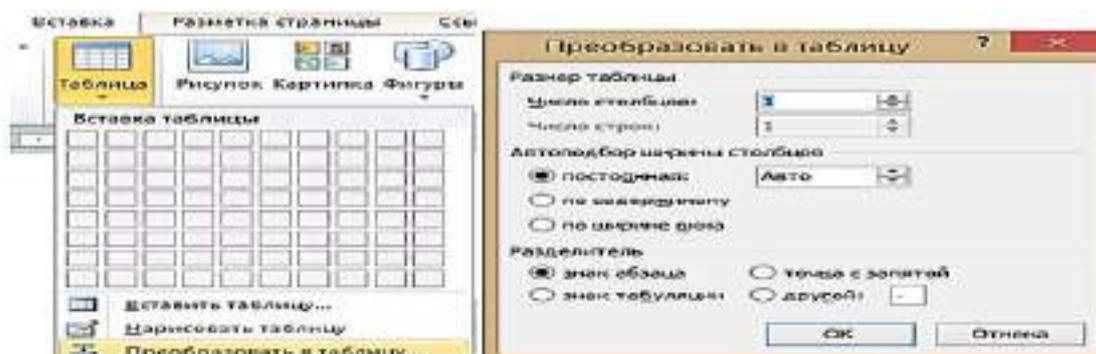


Рис. 62. Преобразование текста в таблицу

Добавление столбцов

Для добавления столбцов в таблицу можно воспользоваться контекстной вкладкой **Макет**:

1. Установить *курсор* в любую *ячейку* столбца таблицы, левее или правее которого требуется вставить новый столбец.

2. Нажать кнопку **Вставить слева** или **Вставить справа** группы **Строки и столбцы** (рис. 63).

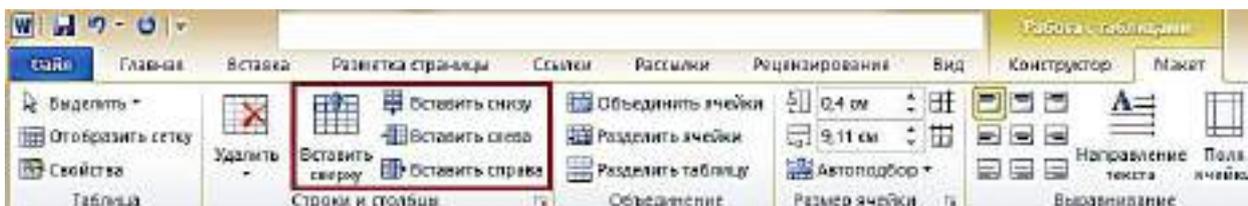


Рис. 63. Добавление столбцов с использованием контекстной вкладки «Макет»

При работе в других вкладках для вставки столбцов можно воспользоваться контекстным меню:

1. Щелкнуть правой кнопкой *мыши* по любой *ячейке* столбца таблицы, левее или правее которого требуется вставить новый столбец, и выбрать команду **Вставить**.

2. В подчиненном меню выбрать команду **Вставить столбцы слева** или **Вставить столбцы справа**.

Если в таблицу требуется вставить сразу несколько новых столбцов, то следует выделить в таблице такое же число столбцов, а затем воспользоваться любым способом, описанным выше.

Удаление элементов таблицы

Удаление строк и столбцов

Для удаления строк и столбцов таблицы можно воспользоваться контекстной вкладкой **Макет**:

1. Установить *курсор* в любую *ячейку* удаляемой строки или удаляемого столбца таблицы.

2. Нажать кнопку **Удалить** группы **Строки и столбцы** (рис. 64) и в меню выбрать соответствующую команду (**Удалить строки** или **Удалить столбцы**).

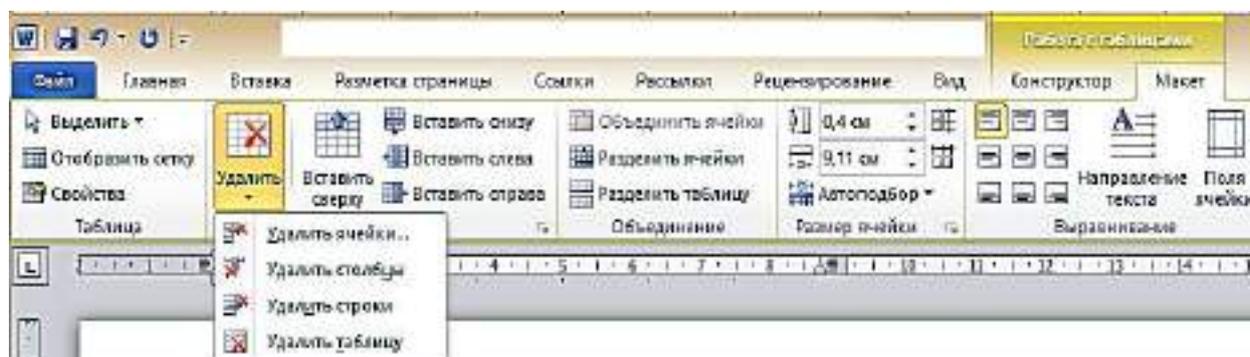


Рис. 64. Удаление строк и столбцов с использованием контекстной вкладки «Макет»

При работе в других вкладках для удаления строк и столбцов можно воспользоваться клавиатурой или контекстным меню:

1. Выделить удаляемую строку (удаляемый столбец).
2. Нажать клавишу **BackSpace** или щелкнуть правой кнопкой *мыши* по выделенному элементу таблицы и выбрать команду **Удалить строки (Удалить столбцы)**.

Если в таблице требуется удалить сразу несколько строк или столбцов, то следует их выделить, а затем воспользоваться любым из описанных выше способов.

Удаление ячеек

Удаление ячеек может потребоваться для исправления структуры таблицы:

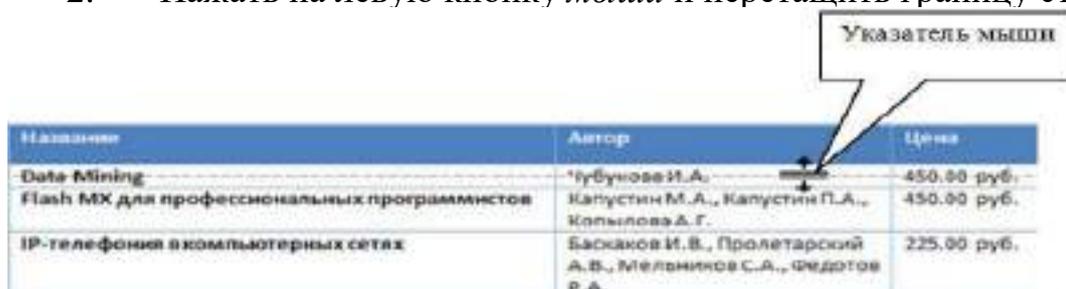
1. Установить *курсор* в ячейку, нажать кнопку **Удалить** группы **Строки и столбцы**, и выбрать команду **Удалить ячейки** или щелкнуть правой кнопкой *мыши* по ячейке и выбрать команду контекстного меню **Удалить ячейки**.

2. В появившемся окне выбрать направление сдвига существующих ячеек таблицы.

Изменение размеров элементов таблицы

Высоту строки можно изменить перетаскиванием *нижней границы* строки:

1. Навести *указатель мыши* на границу строки так, чтобы он превратился в *двунаправленную* стрелку (рис. 65).
2. Нажать на левую кнопку *мыши* и перетащить границу строки.



Название	Автор	Цена
Data Mining	Губунов И.А.	450.00 руб.
Flash MX для профессиональных программистов	Капустин М.А., Капустин П.А., Клыкова Д.Г.	450.00 руб.
IP-телефония в компьютерных сетях	Басханов И.В., Пролетарский А.В., Мельников С.А., Федотов Р.А.	225.00 руб.

Рис. 65. Изменение высоты строки перетаскиванием границы

Если при этом держать нажатой клавишу **Alt**, то на вертикальной линейке будет указана высота каждой строки таблицы.

Для установки *высоты* строк в таблице можно воспользоваться контекстной вкладкой **Макет**:

1. Установить *курсор* в любую *ячейку* строки таблицы или выделить несколько смежных строк.

2. В *счетчике* **Высота строки таблицы** группы **Размер ячейки** установить требуемое значение.

Высота строк обычно устанавливается в режиме автоподбора. Например, если установлена высота строки 0,7 см, то при увеличении количества текста или *размера шрифта* в *ячейках* строки высота будет автоматически увеличиваться.

Изменение ширины столбцов

Ширину столбца можно изменить перетаскиванием его границы. Следует иметь в виду, что при этом может изменяться ширина смежных столбцов:

1. Навести *указатель мыши* на границу столбца так, чтобы он превратился в *двунаправленную* стрелку.

2. Нажать на левую кнопку *мыши* и перетащить границу столбца.

Если при этом держать нажатой клавишу **Alt**, то на горизонтальной линейке будет указана ширина каждого столбца таблицы без учета левого и правого полей ячеек.

Для установки ширины столбцов в таблице можно воспользоваться контекстной вкладкой **Макет**:

1. Установить *курсор* в любую *ячейку* столбца таблицы или выделить несколько смежных столбцов.

2. В *счетчике* **Ширина столбца таблицы** группы **Размер ячейки** установите требуемое значение.

Автоподбор ширины столбцов

Можно подобрать ширину столбцов в зависимости от количества текста в *ячейках*:

1. Установить *курсор* в любую *ячейку* таблицы.

2. Во вкладке **Макет** в группе **Размер ячейки** нажать кнопку **Автоподбор** и выбрать требуемый вариант.

Автоподбор по содержимому – автоматическое изменение ширины столбцов в таблице по размеру вводимого текста. Автоподбор по ширине окна – автоматическое изменение ширины столбцов таким образом, чтобы таблица занимала всю ширину страницы. При изменении параметров страницы (поля,

ориентация страницы, размер бумаги) ширина таблицы изменяется автоматически. Фиксированная ширина столбцов – прекращение режима автоподбора ширины столбцов.

Выравнивание высоты строк и ширины столбцов

Можно выровнять *высоту* нескольких смежных строк или всех строк таблицы:

1. В первом случае выделить выравниваемые строки, во втором – достаточно установить *курсор* в любую *ячейку* таблицы.
2. Во вкладке **Макет** в группе **Размер ячейки** нажать кнопку **Выровнять высоту строк**.

Для выделенных строк или всех строк таблицы будет установлено *среднее значение высоты*, но таким образом, чтобы полностью отображалось содержимое самой высокой строки.

Одновременное изменение высоты всех строк и ширины всех столбцов таблицы

1. Навести *указатель мыши* на маркер таблицы, расположенный около ее правого нижнего угла так, чтобы он превратился в *двунаправленную* стрелку.
2. Нажать на левую кнопку *мыши* и перетащить маркер. В процессе перетаскивания *указатель мыши* примет вид крестика, а граница таблицы будет отображаться пунктиром.

Объединение ячеек

Объединять можно только смежные *ячейки*, которые суммарно образуют прямоугольную область:

1. Выделить объединяемые *ячейки*.
2. Во вкладке **Макет** в группе **Объединить** нажать кнопку **Объединить ячейки**.

При работе в других вкладках для *объединения* ячеек можно щелкнуть правой кнопкой *мыши* по выделенным ячейкам и в контекстном меню выбрать команду **Объединить ячейки**.

Разделение ячеек

Ячейку можно разделить на части, как по вертикали (столбцы), так и по горизонтали (строки):

1. Установить *курсор* в разделяемой *ячейке* или выделить несколько разделяемых ячеек.

2. Во вкладке **Макет** в группе **Объединить** нажать кнопку **Разбить ячейки**.

3. В окне **Разбиение ячеек** указать требуемое число столбцов и строк, на которые разделяется ячейка.

Разделение таблицы

Таблицу можно разделить по горизонтали:

1. Установить *курсор* в любой *ячейке* строки, с которой будет начинаться новая таблица.

2. Во вкладке **Макет** в группе **Объединить** нажать кнопку **Разбить таблицу** или нажать комбинацию клавиш **Ctrl + Shift + Enter**.

Сортировка. Для этого следует в окне **Сортировка** в списке поля **Затем по** выбрать столбец, по данным которого следует сортировать строки таблицы после *сортировки* по данным первого столбца.

При наличии повторяющихся записей в первом и втором столбцах можно произвести еще одну *сортировку*.

Сортировка ячеек столбца

1. Выделить *ячейки* столбца, подлежащие *сортировке*.

2. Нажать кнопку **Сортировка** в ки **Главная** или в группе **Данные** вкладки **Макет**.

3. В окне **Сортировка** в списке поля **Тип** можно выбрать *тип данных*, по которым сортируется таблица, но обычно Word это делает автоматически. Установить *переключатель* направления *сортировки* (**по возрастанию** или **по убыванию**). Нажать кнопку **Параметры**.

4. В окне **Параметры сортировки** установите флажок **Только столбцы**.

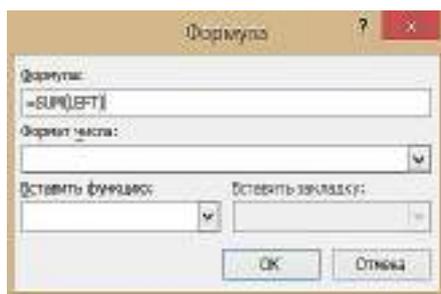
Вычисления в таблице

В таблицах Word можно выполнять несложные вычисления с использованием формул:

1. Установить *курсор* в *ячейку* таблицы, в которой требуется получить результат вычисления.

2. Во вкладке **Макет** в группе **Данные** нажать кнопку

3. В окне **Формула** в поле **Формула** ввести *формулу*. Для выбора функции можно воспользоваться списком поля **Вставить функцию** (рис. 66). При желании в списке поля **Формат числа** можно выбрать числовой результат вычисления (*числовой с разделителем разрядов, денежный, процентный*).



Фамилия	Оценки					Суммарный балл
	Мат	Рус	Физ	Ист	Англ	
Авдошенко	4	5	4	4	5	[Формула=SUM(LEFT)]22
Бирюков	3	4	3	4	3	?
Волкова	5	3	4	5	4	?
Глазырина	4	4	4	4	4	?
Дозморова	5	5	4	5	5	?
Средний балл	4,2	?	?	?	?	?

[Формула=AVERAGE(ABOVE)]

При вводе формулы
Установите курсор в ячейку для ответа.
В меню выбрать **Таблица / Формула**.
Написать формулу или **Вставить** нужную функцию.

Основные функции
=SUM() – находит сумму величин в списке
=MAX() – находит наибольшее значение в списке

=MIN() – находит наименьшее значение в списке
=AVERAGE() – находит среднее значение в списке

Виды диапазонов
LEFT – слева от данного поля
RIGHT – справа от данного поля
ABOVE – над данным полем
A1 : C2 – блок : ячейки от A1 до C2
A1 ; C2 – две ячейки: A1 и C2

Рис. 66. Создание формулы в ячейке, в таблице

Перенос заголовков таблицы на следующую страницу

При *создании таблиц*, размещаемых на нескольких страницах, необходимо, чтобы названия столбцов таблицы отображались и печатались на каждой странице документа:

1. Установить *курсор* в первую строку таблицы или, если в качестве заголовков используется несколько первых строк, выделить их.

2. Во вкладке **Макет** в группе **Данные** нажать кнопку **Повторить строки заголовков** (рис. 67).

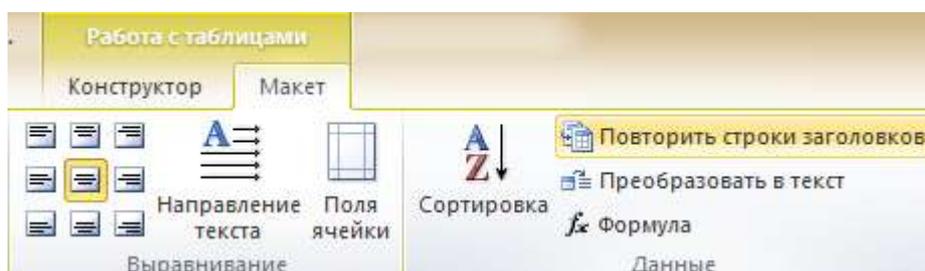


Рис. 67. Перенос строки заголовков таблицы на следующую страницу

Преобразование таблицы в текст:

Всю таблицу или ее фрагмент можно преобразовать в текст:

1. Установить *курсор* в любую *ячейку* таблицы или выделить преобразуемый *диапазон*.
2. Во вкладке **Макет** в группе **Данные** нажать кнопку **Преобразовать в текст**.
3. В окне **Преобразование в текст** указать символ, который будет разделять фрагмент текста, сформированного из отдельных ячеек таблицы. Это может быть один из типовых символов (знак абзаца, знак табуляции или точка с запятой) или любой другой символ, например, точка, пробел, запятая и т. п. В этом случае установить *переключатель другой*, поставить *курсор* в рядом расположенное поле и с клавиатуры ввести символ разделителя. Если таблица содержит *вложенные таблицы*, их также можно преобразовать в текст (включить флажок **Вложенные таблицы**).

2.11. РИСУНКИ И ГРАФИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ MS WORD

Для вставки в документ графических объектов используют элементы группы **Иллюстрации** вкладки **Вставка**.

Для работы с рисунками из графических файлов и коллекции клипов в Microsoft Word применяют контекстную вкладку **Формат** группы вкладок **Работа с рисунками**. Эта вкладка автоматически отображается при выделении рисунка. Для выделения рисунка следует щелкнуть по нему *мышью*. Признаком выделения являются маркеры рисунка (рис. 68).

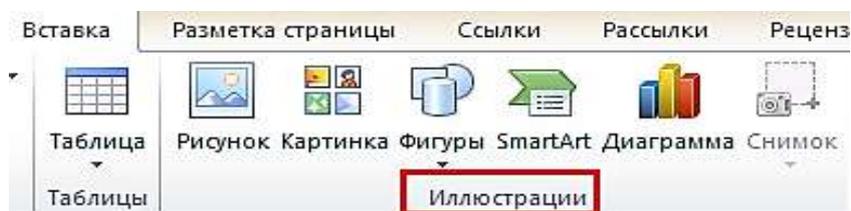


Рис. 68. Вкладка «Работа с рисунками»

Изменение режима обтекания

Первоначально рисунок вставляется непосредственно в текст документа как *встроенный объект без обтекания текстом*:

Для того чтобы рисунок можно было свободно перемещать в документе, следует установить для него один из режимов *обтекания текстом*:

1. Выделить рисунок.
2. Щелкнуть по кнопке **Обтекание текстом** в группе **Упорядочить** вкладки **Формат** (Появляется вверху экрана во вкладке **Работа с рисунками**).
3. В появившемся меню (рис. 69) выбрать один из вариантов обтекания: **Вокруг рамки**, **По контуру**, **За текстом**, **Перед текстом** или др. вариант обтекания.

При группировке нескольких фигур стиль обтекания у всех выделяемых фигур должен быть одинаковым (например, **Перед текстом**).

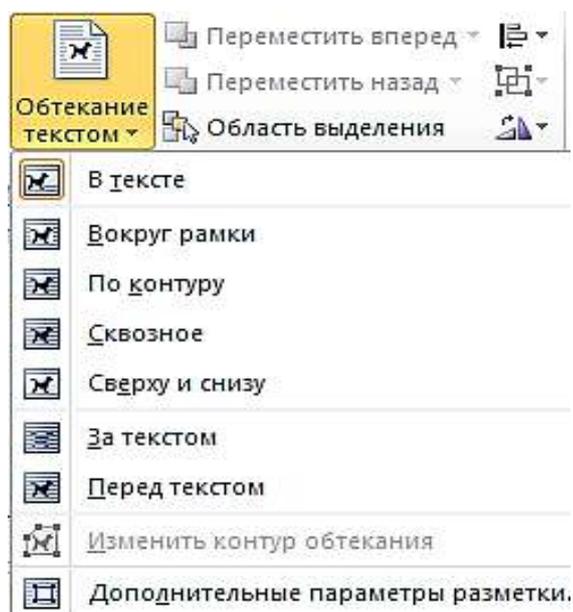


Рис. 69. Выбор режима (Стиля) обтекания фигуры

Дополнительные параметры разметки

Во вкладке **Положение окна** **Разметка** можно выбрать выравнивание рисунка или настроить положение рисунка на странице относительно элементов документа: краев страницы, полей, колонок текста и т. д.

Края рисунка можно обрезать, придав ему определенную форму. Изменение формы может иметь смысл в основном для рисунков из графических файлов. Например, прямоугольному рисунку можно придать овальную форму:

1. Выделить рисунок.
2. Во вкладке **Формат** в группе **Размер** щелкнуть по стрелке кнопки **Обрезка**, выбрать команду **Обрезать по фигуре** и в появившейся галерее выбрать фигуру. При работе с галереей форм функция динамического просмотра не действует.

Повернуть рисунок на произвольный угол можно вручную перетаскиванием его маркера поворота.

Для поворота рисунка на 90° в ту или иную сторону, а также для отражения рисунка можно воспользоваться вкладкой **Формат**:

1. Выделить рисунок.
2. В группе **Упорядочить** нажать кнопку **Повернуть** и выбрать вариант поворота или отражения рисунка. При наведении *указателя мыши* на выбираемый вариант поворота (отражения) срабатывает функция динамического просмотра, и рисунок отображается в соответствии с выбранным вариантом.

Настройка резкости, яркости и контрастности

Резкость изображения, его яркость и контрастность можно изменять.

Можно выбрать один из вариантов резкости, яркости и контрастности изображения:

1. Выделить рисунок.
2. В группе **Изменить** вкладки **Формат** нажать кнопку **Коррекция** и в появившейся галерее в разделе **Настройка резкости** выбрать один из вариантов понижения (-50 % или -25 %) или повышения (25 % или 50 %) резкости. При наведении *указателя мыши* на выбираемый вариант отображается *всплывающая подсказка* с указанием величины изменения резкости, и срабатывает функция динамического просмотра, в результате чего рисунок отображается с выбранным параметром (рис. 70).

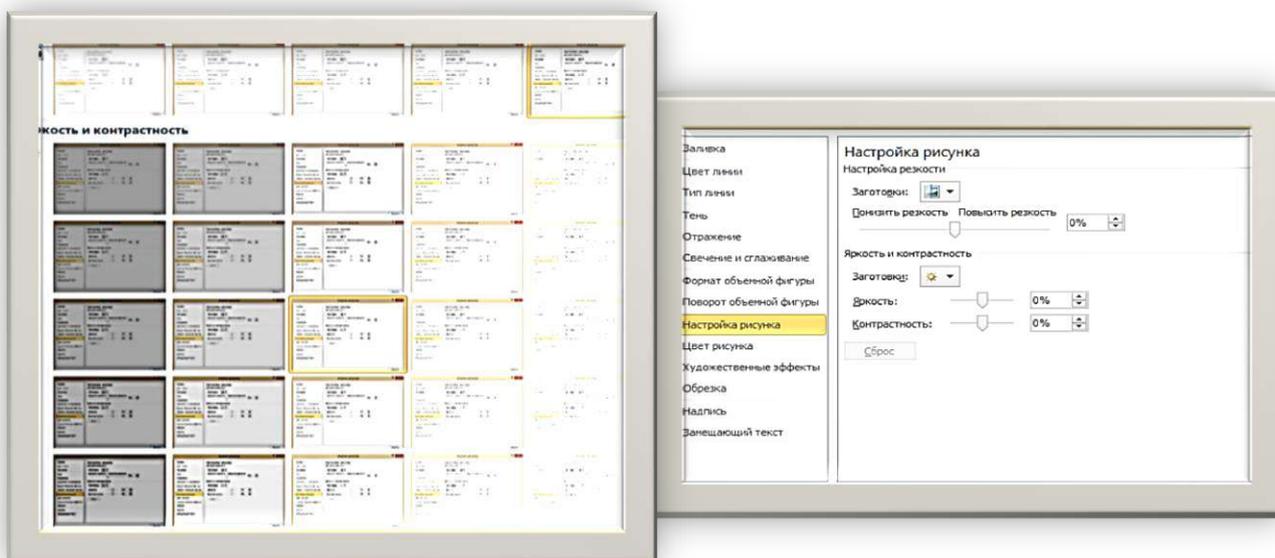


Рис. 70. Настройка резкости, яркости, контрастности и стиля рисунка

В группе **Изменение** вкладки **Формат** нажать кнопку **Коррекция** и в появившейся галерее в разделе **Яркость и контрастность** выбрать одну из заготовок *коррекции* изображения. При наведении *указателя мыши* на выбираемую заготовку отображается *всплывающая подсказка* с указанием величины изменения яркости и контрастности, и срабатывает функция динамического просмотра, в результате чего рисунок отображается с выбранными параметрами.

При активизации вкладки **Параметры коррекции рисунка** настройка выбранных параметров может быть осуществлена вручную.

Выбор стиля рисунка

При оформлении рисунка можно воспользоваться имеющимися заготовками (стилями) Microsoft Word. Следует иметь в виду, что при выборе стиля отменяются все настроенные ранее параметры рамки рисунка, выбранные формы, эффекты и заливки:

1. Выделить рисунок.
2. Во вкладке **Формат** в группе **Стили рисунков** прокрутить список стилей или щелкнуть по значку **Дополнительные параметры**, чтобы развернуть список стилей и выбрать нужный стиль. При наведении *указателя мыши* на выбираемый вариант срабатывает функция динамического просмотра, и рисунок отображается в выбранном стиле (см. рис. 70).

Установка рамки

Рамка устанавливается одинаково для всех рисунков, независимо от режима обтекания:

1. Выделить рисунок.
2. Щелкнуть по кнопке **Граница рисунка** в группе **Стили рисунков** вкладки **Формат**.
3. В появившейся галерее выбрать цвет линии.
4. Щелкнуть еще раз по кнопке **Граница рисунка**, выбрать команду **Толщина** и в подчиненной галерее выбрать толщину линии.
5. При необходимости щелкнуть еще раз по кнопке **Граница рисунка**, выбрать команду **Штрихи** и в подчиненной галерее выбрать тип штриховой линии.

б. При работе с галереей границ действует функция динамического просмотра, и при наведении *указателя мыши* на выбираемый вариант рисунок отображается с выбранными параметрами рамки.

2.12. РАССЫЛКИ И СЛИЯНИЕ

Использование слияния

Слияние применяется в тех случаях, когда необходимо создать набор однотипных документов, каждый из которых содержит уникальные элементы.

С помощью слияния можно создавать следующие документы:

Комплект конвертов. Обратные адреса на всех конвертах одинаковы, однако адрес получателя в каждом случае является уникальным.

Комплект наклеек с адресами. На каждой наклейке приводятся фамилия и адрес, который являются уникальными.

Комплект писем или сообщений электронной почты. Основное содержимое всех писем является одинаковым, но каждое из них содержит сведения, предназначенные для определенного получателя.

Чтобы вручную создать каждый документ, письмо, сообщение, факс, наклейку, конверт потребовалось бы много времени. Вместо этого можно воспользоваться **Слиянием**. Нужно создать всего лишь один документ, содержащий стандартную информацию для всех экземпляров, и добавить несколько заполнителей для информации, которая уникальна для каждого экземпляра.

Для слияния используются элементы вкладки **Рассылки**.

Основной документ – документ, содержащий данные, которые остаются при слиянии неизменными во всех производных документах, например обратный адрес или текст письма.

Источник данных – файл, содержащий сведения, предназначенные для объединения с документом. Например, список имен и адресов, которые требуется использовать при слиянии. Для использования сведений из источника данных необходимо сначала подключиться к этому **Источнику данных**.

Поле слияния – поле, вставляемое в том месте основного документа, куда следует поместить фактические данные из **Источника данных**. Например, вставка поля слияния **Фамилия** позволяет вставить в документ значение **Иванов**, которое хранится в поле данных **Фамилия**.

Составной документ – документ, полученный слиянием основного документа и данных из **Источника данных**.

- шапка таблицы должна быть простой – одна строка с уникальными названиями столбцов (без повторений и пустых ячеек);
- в таблице не должно быть объединенных ячеек;
- в таблице не должно быть пустых строк или столбцов (отдельные пустые ячейки допускаются);
- так как Excel или Word не смогут сами определить пол сотрудника по имени, то следует сделать отдельный столбец с обращением (господин, госпожа и т. п.) или с родовым окончанием (-ый или -ая) для обращения «Уважаем(ый)(ая)».

Слияние

Открыть шаблон письма в Word и запустить пошаговый **Мастер Слияния** на вкладке **Рассылки** кнопкой **Начать слияние – Пошаговый мастер слияния** (рис. 73).

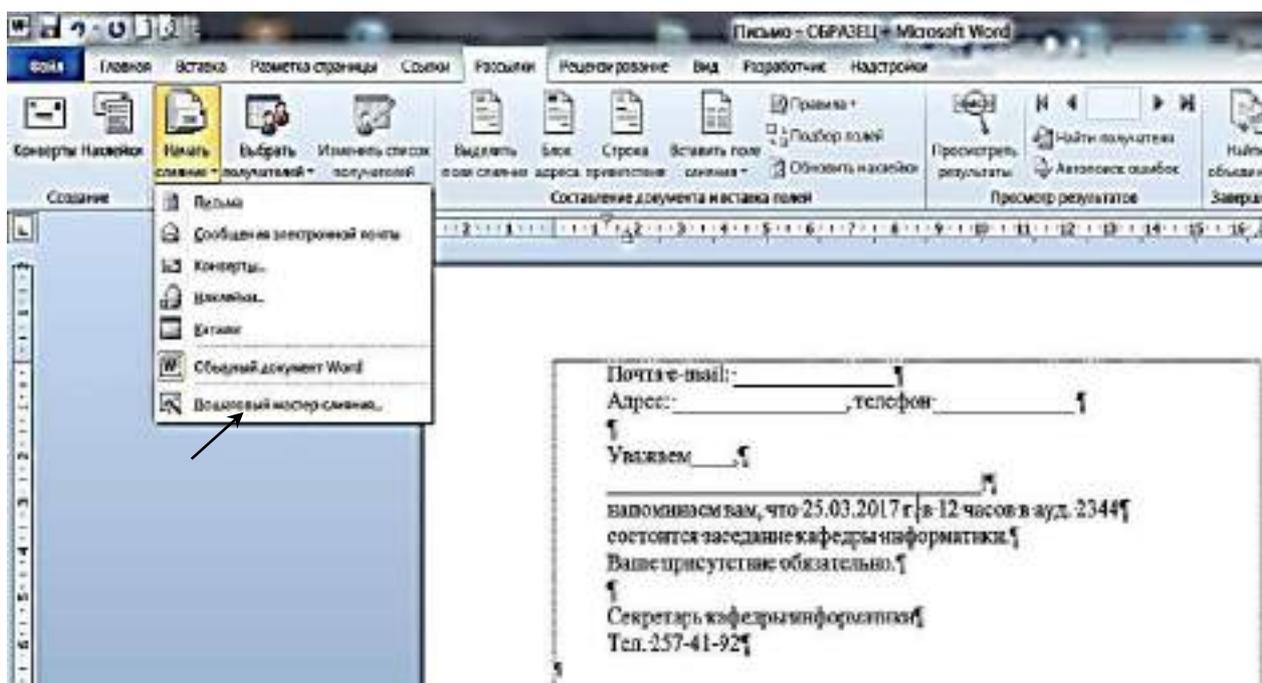


Рис. 73. Схема: **Рассылки – Начать слияние – Пошаговый мастер слияния**

Далее следует процесс из **6 этапов** (переключение между ними – с помощью кнопок **Вперед** или **Назад** в правом нижнем углу экрана, в области задач).

Этап 1. Выбор типа документа

На этом этапе пользователь должен выбрать тип тех документов, которые он хочет получить на выходе после слияния. Наш вариант – **Письма** (рис. 74) (возможен вариант: Электронное сообщение, Конверты, Наклейки, Каталог)

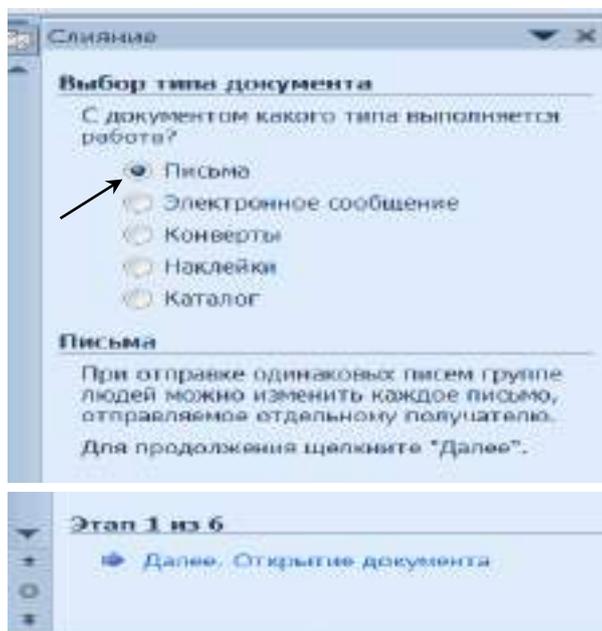


Рис. 74. Выбор типа документа (в данном случае – **Письма**)

и перейти к выполнению **этапа 2**, нажав в правом нижнем углу экрана вкладку: **➔Далее. Открытие документа**

Этап 2. Открытие документа

На этом этапе необходимо определить, какой документ будет являться основой (заготовкой) для всех будущих однотипных сообщений. Выбираем – **Текущий документ** (рис. 75) и перейти к выполнению **этапа 3**, нажав в правом

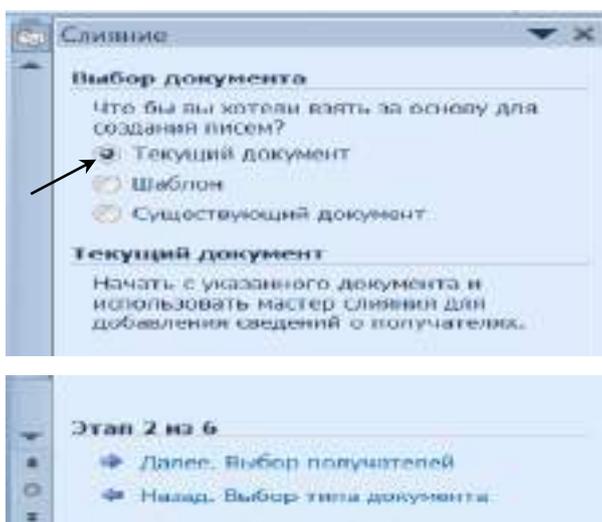


Рис. 75. Выбор **Текущего** документа

нижнем углу экрана вкладку:

➔ **Далее. Выбор получателей**

Этап 3. Выбор получателей

На этом этапе подключаем **Список Сотрудников** из таблицы Excel к документу Word, нажав на вкладку **Обзор** (рис.76).

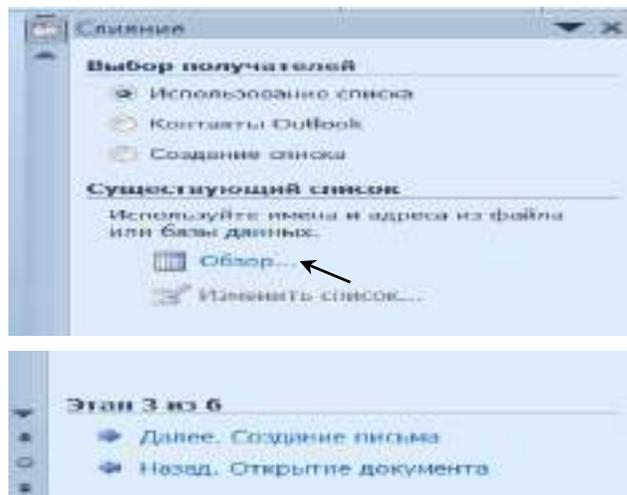


Рис. 76. Выбор получателей (через **Обзор**)

После этого в открывшемся диалоговом окне следует указать путь в каталоге, где находится файл со списком **Сотрудников** (таблица Excel, созданная ранее) и загрузить его (**Загрузить**).

Откроется окно (рис. 77) с указанием адреса листа на Excel таблице. В ней нужно указать Имя листа, на котором находится перечень сотрудников (см. рис. 72).

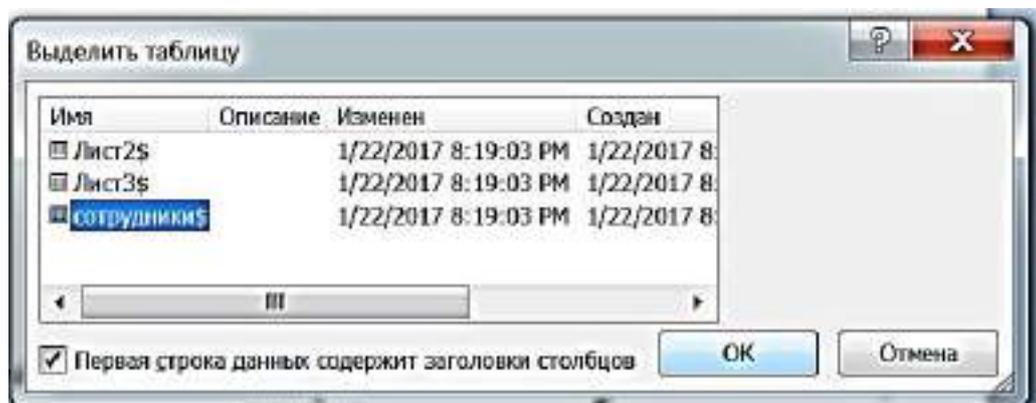


Рис. 77. Адрес листа в Excel таблице «Сотрудники»

На таблице «Выделить» лист с названием **сотрудники** (рис. 77) и нажать ОК. Откроется окно с таблицей **Получатели слияния** (рис. 78).

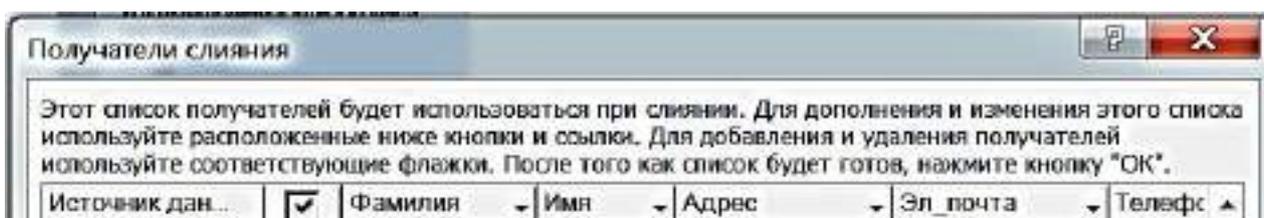


Рис. 78. Список сотрудников, сформированный из файла таблицы Excel

После выбора **Источника данных** (1-я колонка таблицы), Word позволит провести фильтрацию, сортировку и ручной отбор записей в окне **Получатели слияния** (см. рис. 78).

В таблице «Получатели слияния» (см. рис. 78) нажать кнопку ОК. Затем вызвать текст заготовленного письма – «**Основной документ**» (см. рис. 71) и

Почта e-mail: _____
Адрес: _____, телефон _____

Уважаем _____,
_____!

напоминаем вам, что 25.03.2017 г. в 12 часов в ауд. 2344
состоится заседание кафедры информатики.
Ваше присутствие обязательно.

Секретарь кафедры информатики
Тел. 257-41-92

См. рис. 71. Схема **Основного документа** для заполнения полями слияния

перейти к выполнению этапа 4, нажав в правом нижнем углу экрана вкладку:

➔ **Далее. Создание письма**

Этап 4. Создание письма

На этом этапе пользователь должен указать, куда конкретно в документе должны поместиться данные из подключенного списка (рис. 79).

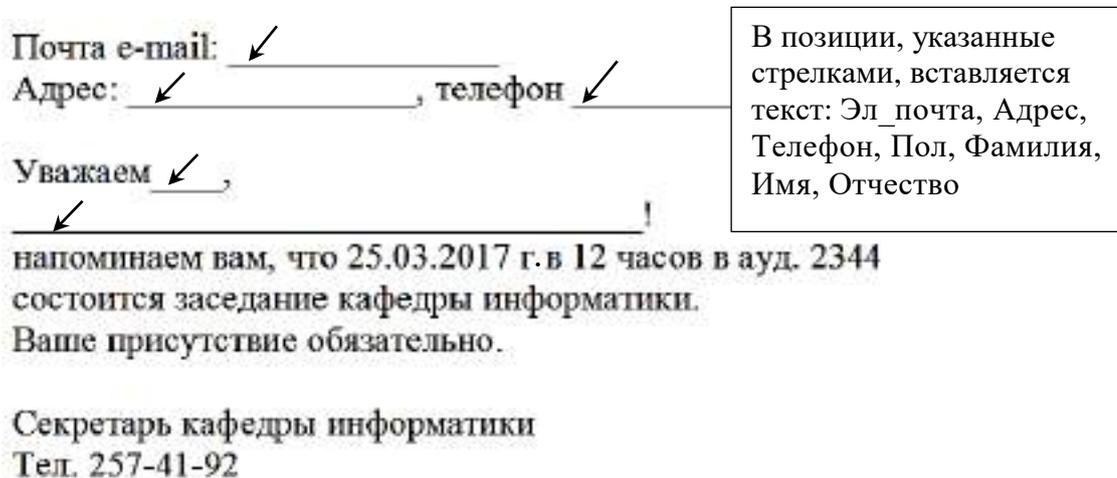


Рис. 79. На рисунке стрелками показаны позиции для ввода полей слияния

Для ввода поля слияния необходимо установить курсор в точку вставки в письме – **Основной документ** (см. рис. 79) и щелкнуть по ссылке **Другие элементы** (рис. 80).

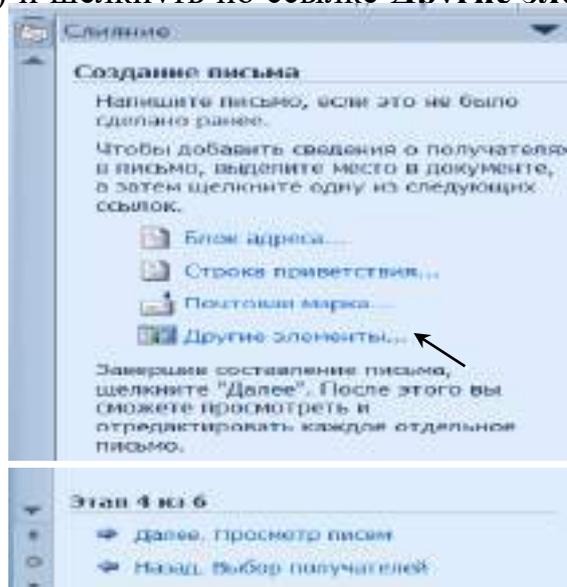


Рис. 80. Вывод Полей списка в основной документ (через вкладку **Другие элементы**)

Это действие выводит полный набор всех полей списка, из которого нужно выбрать поле для вставки (в нашем случае, первая позиция, это **Эл_почта**), нажать вкладку **Вставить**, затем **Заккрыть** (рис. 81).

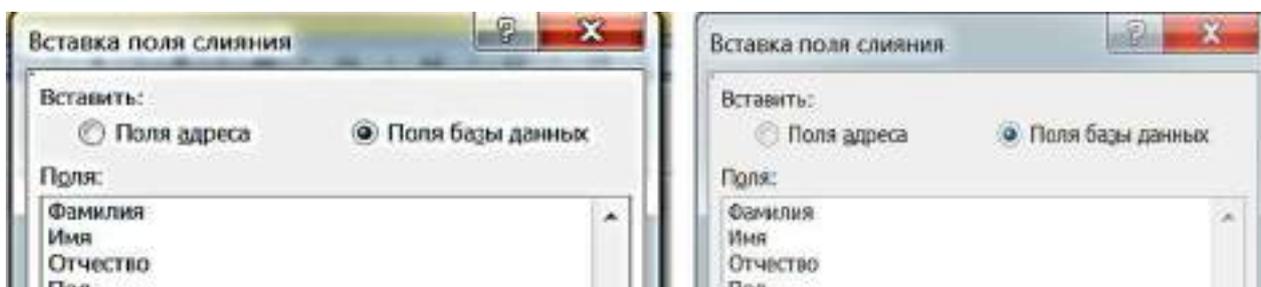
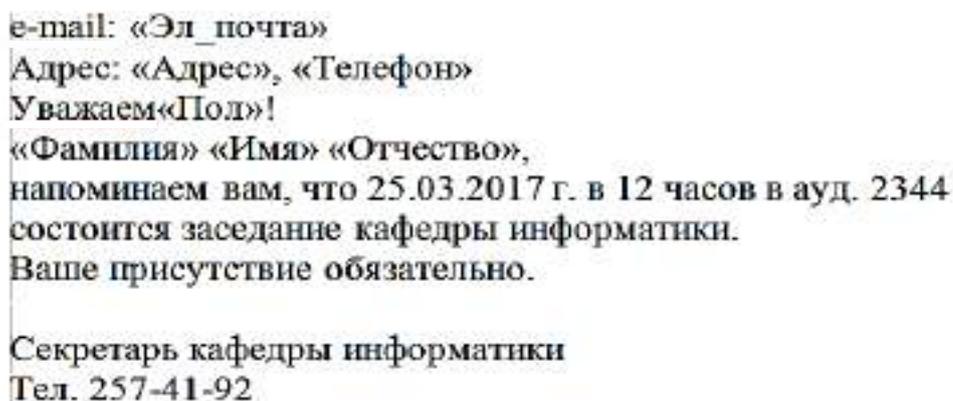


Рис. 81. Вставка полей слияния в документ Word

Затем перейти к **Основному документу** (см. рис. 79), к строке с Адресом, к позиции вставки, и в этой позиции строки, пропустив один пробел, щелкнуть указателем мыши. Затем вновь подойти к окну «Слияние, Создание письма», (см. рис. 80) и щелкнуть по записи **Другие элементы**. Затем **Вставить** и **Заккрыть**.

Процесс ввода данных: **Телефон, Пол, Фамилия, Имя, Отчество** и др. элементы повторяется аналогичным образом (рис. 82):



e-mail: «Эл_почта»
Адрес: «Адрес», «Телефон»
Уважаем«Пол»!
«Фамилия» «Имя» «Отчество»,
напоминаем вам, что 25.03.2017 г. в 12 часов в ауд. 2344
состоится заседание кафедры информатики.
Ваше присутствие обязательно.

Секретарь кафедры информатики
Тел. 257-41-92

Рис. 82. Схема письма со вставленными **Полями слияния**

Затем перейти к выполнению **этапа 5**, нажав в правом нижнем углу экрана на вкладку:

➔ **Далее. Просмотр писем.**

Этап 5. Просмотр писем

На этом этапе пользователь уже может предварительно просмотреть результаты слияния, используя кнопки со стрелками (просматривая все письма в

соответствующей последовательности). При необходимости, также, можно посмотреть письмо любому получателю из набора.

После просмотра полученных писем – перейти к выполнению **этапа 6**, нажав в правом нижнем углу экрана вкладку:

➔ **Далее. Завершение слияния.**

Этап 6. Завершение слияния

Нажатие ссылки **Печать** приведет к отправке результатов слияния на принтер (рис. 83).

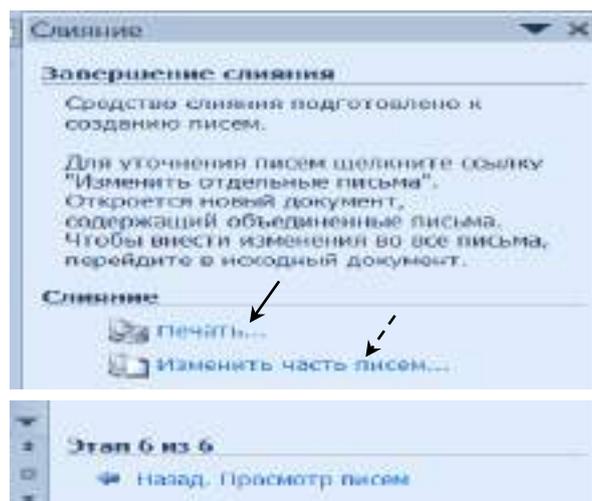


Рис. 83. Завершение слияния и вывод на печать созданных писем

Если необходимо распечатать все письма, то следует выделить позицию **«все»**, если же надо распечатать только часть документов, то следует указать их порядковые номера, например, **с 1 по 3** (рис. 84).

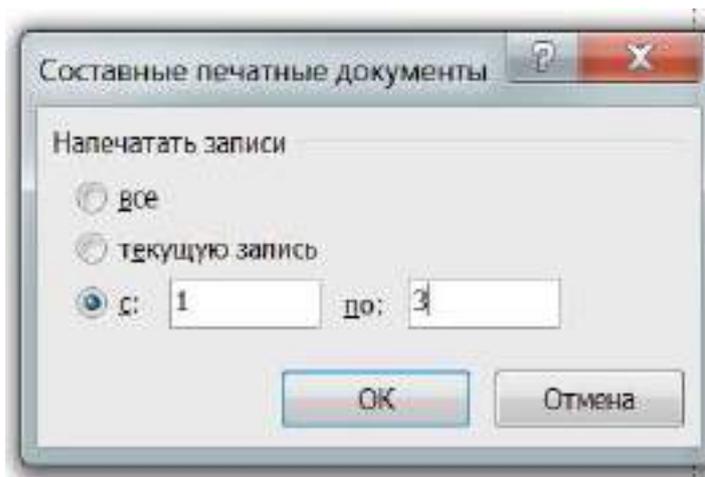


Рис. 84. Выбор порядковых номеров записей для печати

Если необходимо сохранить созданные в результате слияния документы для дальнейшего использования или требуется внести ручную правку в некото-

Рис. 86. Работа с колонтитулами

Высота колонтитулов определяется *счетчиками* группы **Положение** вкладки **Работа с колонтитулами / Конструктор**. В *счетчиках* устанавливается *расстояние* от края страницы до колонтитула. Например, если размер верхнего поля страницы установлен 2 см, а в *счетчике* установлено *расстояние* 1,25 см, то *высота* колонтитула – 0,75 см.

Если содержимое **Колонтитула** превышает установленную для него высоту, то размер поля не увеличивается, но текст на странице смещается вниз (при работе с *верхним колонтитулом*) или вверх (при работе с *нижним колонтитулом*).

Для *завершения работы* с Колонтитулами и возвращения к основной части документа нажать кнопку **Заккрыть окно колонтитулов**.

Создание Колонтитулов

Вставка стандартного колонтитула:

1. Во вкладке **Вставка** в группе **Колонтитулы** щелкнуть по кнопке **Верхний колонтитул** или **Нижний колонтитул** и в появившемся списке выбрать один из предлагаемых колонтитулов.
2. В колонтитуле вместо подсказок ввести необходимый текст; он не обязательно должен соответствовать содержанию подсказки. Кроме текста можно вставлять таблицы или графические объекты.
3. При необходимости следует изменить оформление колонтитула.
4. Выйти из режима работы с колонтитулами.

Создание разных колонтитулов для первой, четных или нечетных страниц:

1. Перейти в режим отображения колонтитулов.
2. Во вкладке **Работа с колонтитулами / Конструктор** в группе **Параметры** установить соответствующие флажки (рис. 87).



Рис. 87. Создание различных колонтитулов

3. Последовательно создать все необходимые колонтитулы.
4. Выйти из режима работы с колонтитулами.

2.14. ПОДГОТОВКА К ПЕЧАТИ И ПЕЧАТЬ ДОКУМЕНТА

Установка параметров страниц

К основным параметрам страницы относятся размер страницы, поля и *ориентация страницы*.

Параметры страницы можно устанавливать как для всего документа, так и для его отдельных разделов.

Для выбора и установки параметров страницы используют элементы группы **Параметры страницы** вкладки **Разметка страницы** (см. рис. 88).

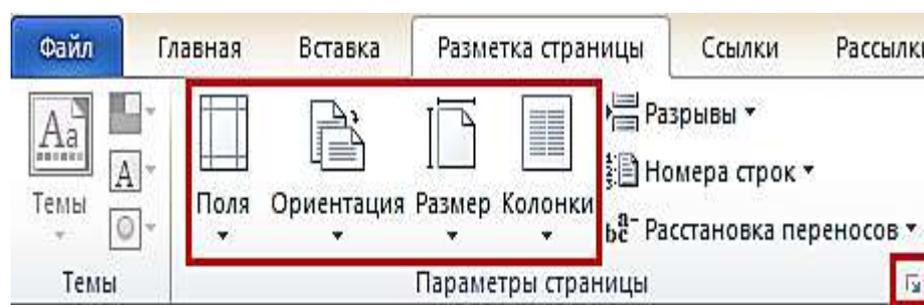


Рис. 88. Установка параметров страницы

Следует отметить, что по умолчанию параметры страницы устанавливаются не для всего документа, а только для текущего раздела, т. е. того, в котором в данный момент находится *курсор* или выделен конкретный *фрагмент*.

При наличии разрывов разделов в документе для установки параметров страницы всего документа необходимо предварительно выделять весь документ (Ctrl+A (латинская)) или пользоваться *диалоговым окном* **Параметры страницы**.

Установка полей страницы:

1. Во вкладке **Разметка страницы** в группе **Параметры страницы** щелкнуть по кнопке **Поля** и в появившемся меню выбрать один из предлагаемых вариантов. При наличии разделов в документе выбранный размер полей будет установлен только для текущего раздела.
2. Для выбора произвольного размера полей и/или применения их для всего документа выбрать команду **Настраиваемые поля**.
3. В *счетчиках* **Верхнее**, **Нижнее**, **Левое**, **Правое** вкладки **Поля** диалогового окна **Параметры страницы** установить требуемые раз-

меры полей. При необходимости выбрать требуемый параметр в раскрываемом списке **Применить**.

При подготовке документа к печати на двух сторонах листа бумаги в раскрываемом списке несколько страниц можно установить зеркальные поля страниц.

Выбор ориентации страницы:

1. Во вкладке **Разметка страницы** в группе **Параметры страницы** щелкнуть по кнопке **Ориентация** и в появившемся меню выбрать один из предлагаемых вариантов (рис. 89). При наличии разделов в документе выбранная ориентация будет установлена только для текущего раздела.

2. Во вкладке **Поля** диалогового окна **Параметры страницы** выбрать необходимую ориентацию и требуемый параметр в раскрываемом списке **Применить**.

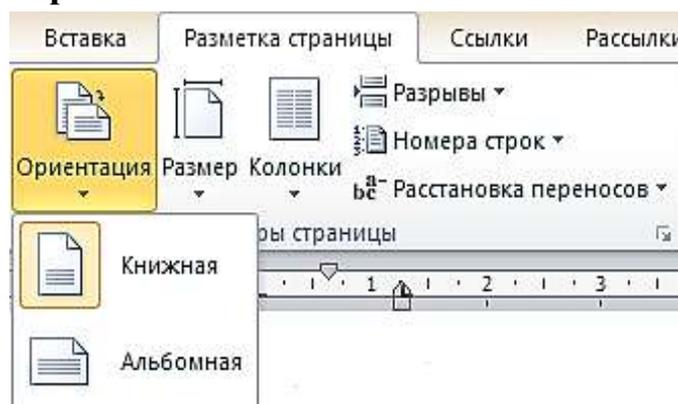


Рис. 89. Выбор ориентации страницы

3. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

Для закрепления теоретического материала по курсу MS Word 2010 необходимо выполнить соответствующие лабораторные работы, которые приведены ниже.

20.07.2015 10:24:28 Группа ШС-13-2 Иванов И. И стр. 1 из 2

Работа 1. Форматирование текста

Колонтитул

Задание 1. Создание текста

Состав уральского экономического района состоит из 7 субъектов Федерации: Башкортостан, Курганская область, Оренбургская область, Пермский край, Свердловская область, Удмуртия, Челябинская область.

Основные отрасли специализации — чёрная и цветная металлургия, машиностроение (энергетическое, транспортное, сельскохозяйственное), лесная, химическая, нефтехимическая и горно-химическая промышленность. Добыча и переработка нефти и газа.

В сельском хозяйстве — производство зерна и животноводческих продуктов.

Задание 3. Преобразование текста в таблицу

Состав уральского экономического района состоит из 7 субъектов Федерации:

Башкортостан, Курганская область, Оренбургская область, Пермский край, Свердловская область, Удмуртия, Челябинская область.	Основные отрасли специализации — чёрная и цветная металлургия, машиностроение (энергетическое, транспортное, сельскохозяйственное), лесная, химическая, нефтехимическая и горно-химическая промышленность. Добыча и переработка нефти и газа.	В сельском хозяйстве — производство зерна и животноводческих продуктов.
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------

Задание 4. Создание таблицы с изменением направления текста

Состав уральского экономического района состоит из 7 субъектов Федерации:

Башкортостан	Курганская область	Оренбургская область	Пермский край	Свердловская область	Удмуртия	Челябинская область
--------------	--------------------	----------------------	---------------	----------------------	----------	---------------------

20.07.2015 10:24:28 Группа ШС-13-2 Иванов И. И. стр. 2 из 2

Задание 5. Создание колонок с разделителем и буквицей.

Состав уральского экономического района состоит из 7 субъектов Федерации: Башкортостан, Курганская область, Оренбургская область, Пермский край, Свердловская область, Удмуртия, Челябинская об-

Основные отрасли специализации — чёрная и цветная металлургия, машиностроение (энергетическое, транспортное, сельскохозяйственное), лесная, химическая, нефтехимическая и горно-химическая промышленность. Добыча и переработка нефти и газа.

Задание 6. Создание 3 колонок с маркированным списком

Состав уральского экономического района состоит из 7 субъектов Федерации:

- Башкортостан
- Курганская область
- Оренбургская область
- Пермский край
- Свердловская область
- Удмуртия
- Челябинская область

Задание 7. Создание колонтитула с номером страницы

Кроме того в название колонтитула вставить и дополнительный текст (например, свою Фамилию, № лаб. работы, дату, имя файла, № с. и т. д.)

Задание 8. Создание оглавления.

Задание 1. Создание текста.....	1
Задание 2. Использование нумерованного списка	1
Задание 3. Преобразование текста в таблицу.....	1
Задание 4. Создание таблицы с изменением направления текста.....	1
Задание 5. Создание колонок с разделителем и буквицей.....	2
Задание 6. Создание 3 колонок с маркированным списком	2
Задание 7. Создание колонтитула с номером страницы.....	2
Задание 8. Создание оглавления.....	2

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

1. *Задание 1.* Набрать предложенный текст и расположить его на странице.
2. *Задание 2.* Главная – Список –  Нумерованный.
3. *Задание 3.* Выделить нужный фрагмент текста. Выполнить команду Вставка – Таблица – Преобразовать таблицу –  Преобразовать в текст .
4. *Задание 4.* Создать таблицу из 7 колонок. Вставка – таблица. Задать в ячейках вертикальное направление текста – Работа с таблицей – Макет – Направление текста.
5. *Задание 5.* Разметка страницы – Колонки – число колонок, поставить разделитель колонок. Вставка – Буквица – указать параметры буквицы.
6. *Задание 6.* Создать три колонки – Разметка страницы – Колонки. Главная – Список —  Маркированный.

7. *Задание 7.* Вставка – Нижний или верхний колонтитул (Поле даты, поле времени, текст в котором Группа и Фамилия И. О., № и количество страниц).

8. *Задание 8.* Выделить заголовком, Задание 1, ... , Задание 7. Главная – Заголовок 2. Ссылки – Оглавление.

Работа 2. Вычисления в таблицах текстового редактора MS Word

При вводе формулы

Установить курсор в ячейку для ответа.

В меню выбрать Таблица / Формула.

Написать формулу или Вставить нужную функцию.

Основные функции

=SUM() – находит сумму величин в списке

=MAX() – находит наибольшее значение в списке

=MIN() – находит наименьшее значение в списке

=AVERAGE() – находит среднее значение в списке

Виды диапазонов

LEFT – слева от данного поля

RIGHT – справа от данного поля

ABOVE – над данным полем

A1 : C2 – блок: ячейки от A1 до C2

A1 ; C2 – две ячейки: A1 и C2

Задание 1. Создать таблицу Word, вычислить средний и суммарный балл успеваемости (табл. 1.1).

Таблица 1.1

Фамилия	Оценки					Суммарный балл
	матем.	рус.	физ.	ист.	англ.	
Кирюшин	4	5	4	3	3	[Формула=SUM(LEFT)]
Бирюков	3	4	3	4	3	?
Волкова	5	5	5	5	5	?
Глазырина	4	4	5	4	4	?
Дроздова	4	5	3	5	3	?
Средний балл	?	?	?	?	?	?

[Формула= AVERAGE (ABOVE)]

Задание 2. Создать таблицу в MS Word, и произвести в ней вычисления по позиции всего и общую сумму (табл. 2.1).

Таблица 2.1

Рейтинг стран – поставщиков упаковки						
наименование товара	Общий объем	лидеры – экспортеры (\$ млн)				другие (\$ млн)
		Финляндия	Германия	Турция	Китай	
Пленка из полиэтилена	3,274	0,753	0,589	–	–	1,932
Пленка из полимеров винилхлорида	5,334	–	0,960	1,547		2,827
Мешки текстильные	7,421	–	1,261	1,558	2,004	2,598
Тара из бумаги	49,323	13,813	9,371	2,446		23,693
Фольга алюминиевая	9,229	1,209	1,674	–	–	6,419
Тара из древесины	0,360	0,108	0,040			0,212
ВСЕГО:	74,941	15,13	13,895	5,551	2,004	37,681
Общая сумма:	Здесь при вычислении: должно получиться число 149,202					

[Формула= SUM (B10:G10)]

Задание 3. Создать таблицу MS Word, вычислить максимальное и минимальное количество осадков (табл. 3.1).

Таблица 3.1

	Количество осадков, мм			
	2014	2015	2016	максимальное
Итого				
Декабрь	25	17	28	
Январь	40	50	38	
Февраль	55	45	12	

Задание 4. Создать таблицу MS Word, вычислить итоговые оценки и средний балл

The image shows an Excel spreadsheet titled "Успеваемость студентов факультета ИЭ". The table has columns for "Группа", "Учебная дисциплина", "Сведения об успеваемости студентов" (with sub-columns: "Отлично", "Хорошо", "Удовл.", "Неуд.", "Неявка"), "семестр" (with sub-columns: "Всего оценок", "Средний балл"), and "Вычисляем".

Formulas shown in callouts:

- Сумма: =SUM(ABOVE)
- Сумма: =SUM(C10:C13)
- Сумма: =SUM(LEFT)
- Среднее: =AVERAGE(C5:D5)

Группа	Учебная дисциплина	Сведения об успеваемости студентов					семестр	
		Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	Неявка	Всего оценок	Средний балл
УГ-14-1	Графика	11	5	3	5	2	28	5,6
	Информатика	13	9	4	3	0	29	5,8
	Математика	10	11	1	2	2	26	5,2
	Физика	9	7	5	5	1	27	5,4
Итого		43	33	13	16	5	110	22
УГ-14-2	Графика	8	11	2	3	4	ВЫЧИСЛЯЕМ	
	Информатика	14	8	3	2	1		
	Математика	12	10	1	0	3		
	Физика	10	9	2	1	2		
Итого		44	38	ВЫЧИСЛЯЕМ				

4. ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ИЗУЧЕННОГО МАТЕРИАЛА ПО КУРСУ ИНФОРМАТИКА. ТЕКСТОВЫЙ РЕДАКТОР WORD

Вопросы для самопроверки изученного материала по Теме 1

1. Что такое Интерфейс?
2. Что такое лента в MS Word?
3. Как запустить текстовый редактор MS Word?
4. Какие клавиши есть у «Мыши». Их назначение?
5. Где находится строка панели задач? Что на ней располагается?
6. Какие основные инструменты расположены на ленте? Перечислить их.
7. Что такое рабочая область документа?
8. Как осуществить настройку ленты инструментов?
9. Как скрыть ленту с инструментами? Как ее обратно вернуть на экран?
10. Что такое Вкладка «Файл». Какие элементы в нее входят?
11. Как пользоваться вкладками «Сохранить», «Сохранить как», «Открыть», «Закрыть», «Последние», «Создать»? Их назначение?
12. Как вызвать последний созданный ранее текстовый документ?
13. Как создать новый «чистый» лист документа?
14. Как вызвать Справку при настройке MS Word?

Вопросы для самопроверки изученного материала по Теме 2

1. Как открыть Файл? Как его загрузить на текстовую страницу?
2. Что такое «Двойной щелчок» (Клик) «Мышью»? Как эта операция выполняется?
3. Что такое «Проводник»? Как его вызывать? Какими клавишами?
4. Какие типы расширений файлов известны вам?
5. Какое расширение имеет Word-овский документ?
6. Чем (каким символом) отделяется расширение от самого имени файла?
7. Что такое «Режим ограниченной функциональности»?
8. В чем разница между пакетами Word 2010, Word 2003, Word 2002 или Word 2000. Совместимость текстовых документов, созданных в этих пакетах.
9. Что такое «Шаблон» для создания документа?
10. Как сохранить созданный шаблон?
11. Какое расширение для файла с именем «Шаблон»?

Вопросы для самопроверки изученного материала по Теме 3

1. Что такое ярлык документа? Где его можно найти?
2. Какие ярлыки имеются для просмотра документа? Где они находятся? В чем их отличие?
3. Какой режим просмотра документа используется более часто?
4. Что такое «Веб-документ»?
5. Какими способами можно поменять масштаб изображения текстового документа на экране?
6. Каким образом можно отменить последнее выполненное действие при работе с документом?
7. Где находится кнопка **Отменить** последнее действие? Как она выглядит?
8. Как можно вернуть отмененные действия? Какая кнопка отражает это действие?

Вопросы для самопроверки изученного материала по Теме 4

1. Как выглядит текстовый курсор на экране монитора?
2. С какого места на листе можно вводить текст?
3. Каким образом осуществляется переход на следующую строку при наборе текста?
4. Что такое «Абзац»? Как он фиксируется?
5. Непечатаемый знак? Как он выглядит?

6. Что означает буква **π** во вкладке «Абзац» ленты инструментов? Для чего она используется?
7. Какая клавиша на клавиатуре соответствует пробелу в тексте? Сколько пробелов допускается устанавливать между словами?
8. Какая клавиша позволяет набирать большую, т. е. «Заглавную» букву?
9. Что означает комбинация клавиш: «Ctrl + Shift + Пробел»?
10. При наборе текста, при переходе на следующую строку, необходимо ли для переноса использовать клавишу дефис (-)?
11. Что такое «Абзацный отступ»?
12. Что такое «Красная строка»? Как и чем она формируется?
13. Допустимо ли при наборе текста устанавливать пробел перед очередными символами «,», «.», «!», «?», «(», «[», «{»??
14. Какое отличие между символами - — — ? Как их набрать? Какое сочетание клавиш при этом используется?
15. Какими способами можно удалить неправильно набранный символ?
16. Как и где набрать на клавиатуре дополнительные математические символы?
17. Как и где набрать на клавиатуре буквы греческого алфавита?
18. Как и где набрать на клавиатуре буквы Символы-Картинки?
19. Как вставить дату в документ?
20. Можно ли в документе дату обновлять автоматически на текущую, каждый раз при открытии документа? Как это сделать?
21. Что такое «Титульный лист»? Как его вставить в текст документа?
22. Что такое «Поля документа». Как их настроить на заданный размер?
23. Как сделать Автоматическое оглавление документа?
24. Как настроить параметры оглавления?

Вопросы для самопроверки изученного материала по Теме 5

1. Какими основными языками можно набрать текст документа?
2. Как установить нужный язык при наборе документа?
3. Как проверить правописание набранного текста?
4. Какое действие будет выполнено при нажатии клавиши F7?
5. Как организовать автоматическую расстановку переносов?

6. Как расположить документ по ширине текстового поля?
7. Каким образом ПК при наборе текста укажет на обнаруженные ошибки?
8. Каким образом ПК при наборе текста укажет на стилистические ошибки?
9. Как можно воспользоваться командой «Добавить в словарь» слова, отсутствующие в машинном словаре?
10. Как осуществить поиск нужных слов в тексте документа?
11. Как заменить найденный текст на новый (нужный) однократно и по всему документу?
12. Что такое «Словарь синонимов», как им воспользоваться?
13. Что такое «Фрагмент документа»? Как его выделить?
14. Как копировать фрагменты документа? Как их перемещать? В случае необходимости – удалять?
15. Какие методы существуют для быстрого копирования слова, фрагмента документа?
16. Что такое «Буфер обмена» – специальная область памяти компьютера?

Вопросы для самопроверки изученного материала по Теме 6

1. Какие имеются Инструменты для установки основных параметров шрифта?
2. Чем визуально отличается Шрифт типа Times New Roman от Arial, Calibri? В чем их принципиальное отличие?
3. Что такое Стили документа?
4. Что такое размер шрифта документа?
5. Что такое «Пункт» (пт)? Чему он равен в мм?
6. Указать стандартные размеры крупности шрифта.
7. Как установить крупность шрифта в 1 пт, в 999 пт?
8. Как установить желаемый цвет шрифта?
9. Как установить полужирное начертание символов, курсив, подчеркнутый шрифт?
10. Как поменять регистр текста?
11. Описать изменение в тексте при нажатии комбинации клавиш Shift+F3.
12. Как изменить начертание символа на надстрочные и подстрочные знаки?
13. Как организовать текст в «Зачеркнутом виде»?

14. Какую функцию будут выполнять действие: Шрифт / Дополнительно / Интервал / Разряженный (Уплотненный)?
15. Возможно ли начертание текста документа сделать невидимым? Как?
16. Как Изменить ширину символов шрифта?
17. Можно ли сместить текст документа кверху, книзу на 3 пт, например? Как это сделать?
18. Что значит «Анимация» текста? Как она осуществляется? Какие эффекты при этом получаются?
19. Как удалить «Анимацию» у выделенного текста?
20. Что такое «Буквица»? Как она устанавливается?
21. Как выбрать тип шрифта у Буквицы?

Вопросы для самопроверки изученного материала по Теме 7

1. Что такое «Абзац?»
2. Каким (невидимым) символом заканчивается абзац?
3. Какой клавишей следует выделить непечатаемые символы?
4. Как сделать пустую строку в тексте?
5. Что такое вертикальная и горизонтальная полоса прокрутки?
6. Как установить отступ всего абзаца?
7. Как установить отступ только первой строки абзаца (или всех строк, кроме первой)?
8. Указать, как можно использовать «бегунки» (уголки) на горизонтальной линейке для установки отступов.
9. Как влияет клавиша Alt на точность установки отступов?
10. Как при помощи клавиши Alt выделить вертикально расположенный фрагмент текста?
11. Как при помощи клавиши Ctrl выделить несколько произвольно расположенных фрагментов текста?
12. Что такое межстрочный интервал?
13. Как установить в тексте межстрочный интервал 1,0, 1,5, 2,0? Что означают эти цифры?
14. Как закрасить (залить) абзац цветом?

Вопросы для самопроверки изученного материала по Теме 8

1. Как сделать нумерованный список?
2. Как сделать многоуровневый список?
3. Как сделать маркированный список?
4. Что такое «Функция динамического просмотра» нумерованного, маркированного списка?
5. Как изменить формат номеров в нумерованном списке?

6. Как начать нумерацию списка с произвольного номера?
7. Как и где выбрать нужный вид (нестандартный) маркера, например, ☞, ✂, ➔, ☺, ©, ►, ⇨?

Вопросы для самопроверки изученного материала по Теме 9

1. Указать, где на ленте инструментов находится вкладка «Стили».
2. Как определить тип стиля, которым набран данный фрагмент документа?
3. Как создать свой стиль при наборе текста документа?
4. Какие типы стилей при наборе текста Вам известны? Перечислить.

Вопросы для самопроверки изученного материала по Теме 10

1. Какой текст может находиться в ячейке таблицы?
2. Какая вкладка используется для создания таблицы?
3. Перечислить методы создания таблиц.
4. Каким образом можно нарисовать таблицу произвольного размера?
5. Что такое «Экспресс-таблица»? Как она создается?
6. Как добавить над таблицей текст Тематического заголовка, например, Таблица 1. Данные для построения . . . ?
7. Как в таблице удалить ячейку?
8. Как в таблице удалить строку?
9. Как в таблице объединить ячейки?
10. Как таблицу разбить на 2 таблицы (для переноса таблицы на другую страницу и изображения над ней шапки таблицы с указанием ссылки – продолжение табл.)?
11. Как преобразовать текст в таблицу?
12. Как преобразовать таблицу в текст?
13. Как подобрать нужный размер ширины столбцов?
14. Как можно добавить новую строку в таблице?
15. Как в таблице добавить одновременно несколько столбцов (строк)?
16. Как вручную изменить границы ячеек?
17. Как минимизировать ширину столбцов по содержимому ячейки?
18. Как выровнять высоту строк в таблице?
19. Что такое «Двунаправленная стрелка»?
20. Сколько ячеек одновременно можно объединить? И как это сделать?

21. Как отсортировать значение в столбце таблицы (по возрастанию, по убыванию)?
22. Можно ли выполнить вычисления в таблице в MS Word?
23. После вычислений в MS Word после набора новых чисел в ячейки в таблице, какой клавишей осуществить пересчет в таблице?
24. Как изменить в ячейке таблицы Формат числа (*числовой с разделителем разрядов, денежный, процентный*)?
25. Что такое «Диапазоны» при вычислениях в таблице. Их виды?
26. Как повторить строку заголовка таблицы на следующей странице?
27. Как изменить направление текста в таблице?
28. Как изменить толщину контурных линий в таблице?

Вопросы для самопроверки изученного материала по Теме 11

1. Какая вкладка панели инструментов используется для вставки рисунков?
2. Какие фигуры используются для изображения линии, квадрата, круга?
3. Как провести линию горизонтально или под углом 90°?
4. Как из прямоугольника изобразить квадрат?
5. Как из эллипса изобразить круг?
6. Для чего используется функция «Обтекания»?
7. Как сделать рисунок независимым (возможным для перемещения по плоскости страницы) от фиксированного положения?
8. Что такое «Маркер поворота рисунка»?
9. Как изменить толщину контурной линии в рисунке? Ее цвет?
10. Как залить фигуру нужным цветом?
11. Как поменять резкость изображения? Его контрастность?
12. Что такое «Группировка рисованных фигур»?
13. Как фигуры разгруппировать?
14. Выноски. Их форма, очертание.
15. Как вставить текст в выноску?
16. Перечислить Способы перемещения рисованных фигур.
17. Как перемещать фигуры (графические примитивы) на задний план, на передний план?
18. Как сделать очертание текста вокруг фигуры (рисунка)?

Вопросы для самопроверки изученного материала по Теме 12

1. Для чего используются Рассылки?
2. Для чего применяется «Функция слияния»?
3. Что такое «Основной документ»?

4. Что такое «Поля слияния»?
5. Как создать источник данных?
6. Как осуществляется операция слияния?
7. Как просмотреть полученные результаты слияния?

Вопросы для самопроверки изученного материала по Теме 13

1. Что такое «Колонтитул»? Где он расположен?
2. Что можно поместить в колонтитул?
3. Как можно выделить колонтитул? Как снять с него выделение?
4. Как отредактировать текст в колонтитуле?
5. Как вставить номер страницы в колонтитул?

Вопросы для самопроверки изученного материала по Теме 14

1. Что такое «Книжная ориентация страницы»?
2. Что такое «Альбомная ориентация страницы»?
3. Как поменять «размер полей» на странице?
4. Как организовать «разрывы» в тексте документа?
5. Как начать новую Главу или Раздел в тексте документа с новой страницы?
6. Как распечатать на одном листе 2 страницы текста?
7. Перед печатью текста следует проверить схему расположения текста на странице. Для этого текст перед печатью надо просмотреть. Как это сделать?
8. Каким образом можно переместиться в последнюю точку просмотра документа?
9. Объяснить действие клавиш «Shift+F5». Для чего оно применяется?

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература:

1. *Макарова Н. В.* Информатика: учебник для вузов. Стандарт 3-го поколения. СПб.: Питер, 2013. 576 с.
2. *Симонович С. В.* Информатика. Базовый курс: учебник для вузов. 3-е изд. Стандарт 3-го поколения. СПб.: Питер, 2013. 640 с.: ил.
3. *Некрасов В. П.* Системы счисления. Представление чисел в компьютере: учебное пособие по дисциплине «Информатика» для студентов специальности 230102 – «Автоматизированные системы обработки информации и управления» (АСУ) направления 230100 – «Информатика и вычислительная техника». 3-е изд., испр. доп. / Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2008. 34 с.

4. *Информатика. Часть 1: метод. указания к лаб. работам по дисциплине «Информатика» для студентов технологических специальностей / В. В. Тимухина, А. В. Дружинин, Т. Г. Завражина, Р. А. Мезенцева, Т. А. Самакаева, С. М. Колмогорова.* Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2014. 116 с.

Дополнительная литература:

1. *Куртер Дж., Маркви А. Microsoft Office 2000: учебный курс.* СПб.: Питер, 2002. 640 с.: ил.

2. *Вашкевич Э. В. Видеосамоучитель. PowerPoint 2007. Эффективные презентации на компьютере (+CD).* СПб.: Питер, 2008. 240 с.: ил.

3. *Левин А. Ш. Word и Excel. Самоучитель Левина в цвете. 2-е изд.* СПб.: Питер, 2012. 224 с.: ил.

4. *Создание оглавления.* [Электронный ресурс]: URL: <https://www.youtube.com/watch?v=gHolH7K0s2E> (дата обращения 17.01.2017)

Учебное издание

Валентин Александрович Боровков
Светлана Михайловна Колмогорова

ИНФОРМАТИКА.
ТЕКСТОВЫЙ РЕДАКТОР WORD

Учебно-методическое пособие
по дисциплине «Информатика» для студентов
всех технологических специальностей
направления подготовки
21.05.04 – «Горное дело» очного и заочного обучения

Редактор *В. В. Баклаева*
Компьютерная верстка *В. А. Боровкова*

Подписано в печать
Бумага писчая. Формат 60 x 84 1/16. Гарнитура Times New Roman
Печать на ризографе. Печ. л. 5,3. Уч.-изд. л. 4,92. Тираж 60. Заказ

Издательство УГГУ
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
Уральский государственный горный университет
Отпечатано с оригинал-макета
в лаборатории множительной техники УГГУ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому
комплексу
С.А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

ОСНОВЫ ГОРНОГО ДЕЛА

Специальность
21. 05.04 Горное дело

Направленность (профиль)
Электрификация и автоматизация горного производства

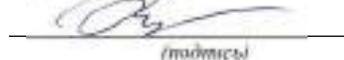
Автор: Потапов В. В., доцент, к. т. н. Гусманов Ф. Ф., доцент, к. т. н.

Одобрены на заседании кафедры

Горного дела

(название кафедры)

Зав. кафедрой



Валиев Н. Г.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 07.09.2023

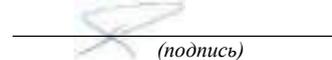
(Дата)

Рассмотрены методической комиссией
факультета

горно-механического

(название факультета)

Председатель



Осипов П. С.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 20.10.2023

(Дата)

Екатеринбург

Печатается по решению учебно-методической комиссии
Горно-механического факультета

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов по дисциплине «Основы горного дела»

Методическое пособие предназначено для студентов, обучающихся по специальности 21.05.04 Горное дело как руководство для организации самостоятельной работы при выполнении практических работ, подготовки и написании рефератов, по изучению теоретических основ дисциплин, аудиторной и внеаудиторной самостоятельной работы.

Составлено в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по специальности 21.05.04 Горное дело.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ.....	6
САМООРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ЛИТЕРАТУРОЙ.....	8
ПОДГОТОВКА К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ.....	12
ПОДГОТОВКА К ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫМ ЗАДАНИЯМ	13
ПОДГОТОВКА К ТЕСТИРОВАНИЮ.....	14
ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ.....	16

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа в высшем учебном заведении - это часть учебного процесса, метод обучения, прием учебно-познавательной деятельности, комплексная целевая стандартизованная учебная деятельность с запланированными видом, типом, формами контроля.

Самостоятельная работа представляет собой плановую деятельность обучающихся по поручению и под методическим руководством преподавателя.

Целью самостоятельной работы студентов является закрепление тех знаний, которые они получили на аудиторных занятиях, а также способствование развитию у студентов творческих навыков, инициативы, умению организовать свое время.

Самостоятельная работа реализует следующие задачи:

- предполагает освоение курса дисциплины;
- помогает освоению навыков учебной и научной работы;
- способствует осознанию ответственности процесса познания;
- способствует углублению и пополнению знаний студентов, освоению ими навыков и умений;
- формирует интерес к познавательным действиям, освоению методов и приемов познавательного процесса,
- создает условия для творческой и научной деятельности обучающихся;
- способствует развитию у студентов таких личных качеств, как целеустремленность, заинтересованность, исследование нового.

Самостоятельная работа обучающегося выполняет следующие функции:

- развивающую (повышение культуры умственного труда, приобщение к творческим видам деятельности, обогащение интеллектуальных способностей студентов);
- информационно-обучающую (учебная деятельность студентов на аудиторных занятиях, неподкрепленная самостоятельной работой, становится мало результативной);
- ориентирующую и стимулирующую (процессу обучения придается ускорение и мотивация);
- воспитательную (формируются и развиваются профессиональные качества бакалавра и гражданина);
- исследовательскую (новый уровень профессионально-творческого мышления).

Организация самостоятельной работы студентов должна опираться на определенные требования, а, именно:

- сложность осваиваемых знаний должна соответствовать уровню развития студентов;
- стандартизация заданий в соответствии с логической системой курса дисциплины;
- объем задания должен соответствовать уровню студента;
- задания должны быть адаптированными к уровню студентов.

Содержание самостоятельной работы студентов представляет собой, с одной стороны, совокупность теоретических и практических учебных заданий, которые должен выполнить студент в процессе обучения, объект его деятельности; с другой стороны - это способ деятельности студента по выполнению соответствующего теоретического или практического учебного задания.

Свое внешнее выражение содержание самостоятельной работы студентов находит во всех организационных формах аудиторной и внеаудиторной деятельности, в ходе самостоятельного выполнения различных заданий.

Функциональное предназначение самостоятельной работы студентов в процессе лекций, практических занятий по овладению специальными знаниями заключается в самостоятельном прочтении, просмотре, прослушивании, наблюдении, конспектировании, осмыслении, запоминании и воспроизведении определенной информации. Цель и планирование самостоятельной работы студента определяет преподаватель. Вся информация осуществляется на основе ее воспроизведения.

Так как самостоятельная работа тесно связана с учебным процессом, ее необходимо рассматривать в двух аспектах:

1. аудиторная самостоятельная работа - лекционные, практические занятия;

2. внеаудиторная самостоятельная работа – дополнение лекционных материалов, подготовка к практическим занятиям, подготовка к участию в деловых играх и дискуссиях, выполнение письменных домашних заданий, Контрольных работ (рефератов и т.п.) и курсовых работ (проектов), докладов и др.

Основные формы организации самостоятельной работы студентов определяются следующими параметрами:

- содержание учебной дисциплины;
- уровень образования и степень подготовленности студентов;
- необходимость упорядочения нагрузки студентов при самостоятельной работе.

Таким образом, самостоятельная работа студентов является важнейшей составной частью процесса обучения.

Методические указания по организации самостоятельной работы и задания для обучающихся по дисциплине «*Основы горного дела*» обращают внимание студента на главное, существенное в изучаемой дисциплине, помогают выработать умение анализировать явления и факты, связывать теоретические положения с практикой, а также облегчают подготовку к сдаче *зачета (экзамена)*.

Настоящие методические указания позволят студентам самостоятельно овладеть фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю подготовки, опытом творческой и исследовательской деятельности, и направлены на формирование компетенций, предусмотренных учебным планом поданному профилю.

Видами самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «*Основы горного дела*» являются:

- повторение материала лекций;
- самостоятельное изучение тем курса (в т.ч. рассмотрение основных категорий дисциплины, работа с литературой);
- ответы на вопросы для самопроверки (самоконтроля);
- подготовка к практическим (семинарским) занятиям;
- подготовка к выполнению практико-ориентированного задания;
- подготовка к тестированию;
- подготовка к зачету (экзамену).

В методических указаниях представлены материалы для самостоятельной работы и рекомендации по организации отдельных её видов.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

Основные элементы горнопромышленного комплекса

1. Как классифицируются горные породы по происхождению?
2. Поясните термины: полезное ископаемое, пустая порода, месторождение полезного ископаемого.
3. Дайте определение и нарисуйте следующие формы залегания полезных ископаемых: пласт, жила, линза, шток, гнезда.
4. Дайте определение и нарисуйте следующие виды геологических нарушений: складчатость, сброс, взброс.
5. Поясните элементы залегания пластов.
6. Поясните классификацию угольных пластов по мощности и углу падения.
7. Дайте определение запасам: геологическим, балансовым, промышленным.
8. Как определяются коэффициенты потерь и извлечения?
9. Назовите стадии разработки месторождений полезных ископаемых.
10. Назовите виды горнодобывающих предприятий и дайте им характеристику.
11. Назовите наиболее важные процессы по обеспечению добычи полезных ископаемых подземным способом.
12. Назовите достоинства и недостатки открытых горных работ.

Технология проведение горных выработок

1. Поясните расчет нагрузки на крепь горной выработки на основе гипотезы М.М. Протодяконова.
2. Как проявляется горное давление в горных выработках?
3. Из каких материалов изготавливают крепи для горных выработок?
4. Какие требования предъявляются к крепям горных выработок?
5. Нарисуйте конструкцию деревянной крепи горной выработки.
6. Нарисуйте конструкцию металлической трехзвенной арочной крепи из спецпрофиля.
7. Поясните принцип работы анкерной крепи.

8. Как определяются размеры поперечного сечения подготовительной выработки?

9. Назовите величины регламентированных "Правилами безопасности" минимальных площадей поперечного сечения горных выработок.

10. Поясните основные виды врубов при взрывном способе проходки выработок.

11. Какие основные правила безопасности необходимо соблюдать при ведении буровзрывных работ в проходческом забое?

12. Какие средства механизации применяются для погрузки отбитой породы?

13. Поясните комбайновый способ проведения горных выработок.

14. Поясните особенности проведения наклонных горных выработок.

15. Что такое технологический паспорт проведения горной выработки?

Подземная разработки рудных месторождений

1. Дайте определение руде, рудной массе, понятию «разубоживание»

2. Поясните основные особенности разработки рудных месторождений.

3. Поясните основные способы и схемы вскрытия рудников.

4. Назовите и охарактеризуйте основные способы отбойки руды.

5. Поясните основные способы управления кровлей при разработке руд.

6. Назовите основные системы разработки рудных тел и поясните их сущность.

7. Назовите классы систем разработки рудных месторождений.

8. Назовите основные производственные процессы очистной выемки.

9. Порядок вскрытия этажей. Достоинства и недостатки вскрытия концентрированными квершлагами.

10. Приведите классификацию рудных месторождений по мощности рудного тела.

11. Выбор системы разработки. Факторы, влияющие на выбор системы разработки.

12. Состав производственных процессов и их взаимосвязь.

13. Порядок и способы очистной выемки в этаже

Подземная разработка пластовых месторождений

1. Назовите основные стадии разработки месторождений полезных ископаемых.

2. Поясните деление шахтного поля на этажи, панели, блоки.

3. Поясните основные способы вскрытия шахтных полей.

4. Назовите основные схемы вскрытия шахтных полей и поясните условия их применения.

5. Поясните индивидуальную и групповую подготовку пластов.

6. Поясните назначение и основные камеры околоствольных дворов.

7. Что включает в себя технологический комплекс поверхности шахты?

8. Назовите процессы и технологические схемы механизированной выемки угля.

9. Дайте общую характеристику современным угольным комбайнам.
10. Поясните общее устройство механизированной крепи.
11. Что входит в состав очистного механизированного комплекса?
12. Как классифицируются породы кровли угольных пластов?
13. Что такое горное давление и как оно проявляется в очистном забое?
14. Поясните сущность и способы управления горным давлением.
15. Какие рабочие процессы входят в состав выемочного цикла в очистном забое и в какой последовательности они выполняются?
16. Что такое система разработки.
17. Нарисуйте и объясните систему разработки длинными столбами по простиранию при панельной подготовке пласта.

Открытая разработка месторождений полезных ископаемых

1. Какой тип полезного ископаемого добывают на разрезах?
2. Какая технология открытых горных работ характеризуется ритмичностью чередования рабочих и холостых ходов производственных процессов?
3. Какие способы механического бурения горных пород применяются на карьерах?
4. От чего зависит угол откоса рабочего борта карьера?
5. В чем заключаются основные принципы комплексной механизации открытых горных работ?
6. Дайте определение термина «Коэффициент вскрыши»?
7. Какой вид транспорта наиболее эффективен при строительстве карьеров, при разработке залежей сложных форм и малых размерах карьерных полей?
8. Какие виды уступов в карьере вы знаете?
9. Дайте определение уступа, борта карьера, рабочей площадки?
10. Для какого вида бурения необходим пневмоударник?
11. Как вы считаете от чего зависит высота уступа в карьере?
12. Что, называется рабочим бортом карьера, что не рабочим?
13. При какой технологии открытых горных работ все производственные процессы выполняются непрерывно?
14. Какие виды «мехлопат» вы знаете?
15. От чего зависит угол откоса нерабочего борта карьера?
16. Какие экскаваторы обозначаются аббревиатурой ЭЖГ?

САМООРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ЛИТЕРАТУРОЙ

Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка рекомендуемой литературы к дисциплине. При работе с книгой необходимо научиться правильно ее читать, вести записи. Самостоятельная работа с учебными и научными изданиями профессиональной и общекультурной тематики – это важнейшее условие формирования научного способа познания.

Основные приемы работы с литературой можно свести к следующим:

- составить перечень книг, с которыми следует познакомиться;
- перечень должен быть систематизированным (что необходимо для семинаров, что для экзаменов, что пригодится для написания курсовых и выпускных квалификационных работ (ВКР), а что выходит за рамки официальной учебной деятельности, и расширяет общую культуру);
- обязательно выписывать все выходные данные по каждой книге (при написании курсовых и выпускных квалификационных работ это позволит экономить время);
- определить, какие книги (или какие главы книг) следует прочитать более внимательно, а какие – просто просмотреть;
- при составлении перечней литературы следует посоветоваться с преподавателями и руководителями ВКР, которые помогут сориентироваться, на что стоит обратить большее внимание, а на что вообще не стоит тратить время;
- все прочитанные монографии, учебники и научные статьи следует конспектировать, но это не означает, что надо конспектировать «все подряд»: можно выписывать кратко основные идеи автора и иногда приводить наиболее яркие и показательные цитаты (с указанием страниц);
- если книга – собственная, то допускается делать на полях книги краткие пометки или же в конце книги, на пустых страницах просто сделать свой «предметный указатель», где отмечаются наиболее интересные мысли и обязательно указываются страницы в тексте автора;
- следует выработать способность «воспринимать» сложные тексты; для этого лучший прием – научиться «читать медленно», когда понятно каждое прочитанное слово (а если слово незнакомое, то либо с помощью словаря, либо с помощью преподавателя обязательно его узнать). Таким образом, чтение текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации.

От того, насколько осознанна читающим собственная внутренняя установка при обращении к печатному слову (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия. Грамотная работа с книгой, особенно если речь идет о научной литературе, предполагает соблюдение ряда правил, для овладения которыми необходимо настойчиво учиться. Это серьезный, кропотливый труд. Прежде всего, при такой работе невозможен формальный, поверхностный подход. Не механическое заучивание, не простое накопление цитат, выдержек, а сознательное усвоение прочитанного, осмысление его, стремление дойти до сути – вот главное правило. Другое правило – соблюдение при работе над книгой определенной последовательности. Вначале следует ознакомиться с оглавлением, содержанием предисловия или введения. Это дает общую ориентировку, представление о структуре и вопросах, которые рассматриваются в книге.

Следующий этап – чтение. Первый раз целесообразно прочитать книгу с начала до конца, чтобы получить о ней цельное представление. При повторном чтении происходит постепенное глубокое осмысление каждой главы, критического материала и позитивного изложения; выделение основных идей, системы аргументов, наиболее ярких примеров и т.д. Непременным правилом чтения должно быть выяснение незнакомых слов, терминов, выражений, неизвестных имен, названий. Студентам с этой целью рекомендуется заводить специальные тетради или блокноты. Важная роль в связи с этим принадлежит библиографической подготовке студентов. Она включает в себя умение активно, быстро пользоваться научным аппаратом книги, справочными изданиями, каталогами, умение вести поиск необходимой информации, обрабатывать и систематизировать ее.

Выделяют четыре основные установки в чтении текста:

- информационно-поисковая (задача – найти, выделить искомую информацию);
- усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить, как сами сведения, излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений);
- аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему);
- творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

С наличием различных установок обращения к тексту связано существование и нескольких видов чтения:

- библиографическое – просматривание карточек каталога, рекомендательных списков, сводных списков журналов и статей за год и т.п.;
- просмотрное – используется для поиска материалов, содержащих нужную информацию, обычно к нему прибегают сразу после работы со списками литературы и каталогами, в результате такого просмотра читатель устанавливает, какие из источников будут использованы в дальнейшей работе;
- ознакомительное – подразумевает сплошное, достаточно подробное прочтение отобранных статей, глав, отдельных страниц; цель – познакомиться с характером информации, узнать, какие вопросы вынесены автором на рассмотрение, провести сортировку материала;
- изучающее – предполагает доскональное освоение материала; в ходе такого чтения проявляется доверие читателя к автору, готовность принять изложенную информацию, реализуется установка на предельно полное понимание материала;
- аналитико-критическое и творческое чтение – два вида чтения близкие между собой тем, что участвуют в решении исследовательских задач.

Первый из них предполагает направленный критический анализ, как самой информации, так и способов ее получения и подачи автором; второе –

поиск тех суждений, фактов, по которым, или, в связи с которыми, читатель считает нужным высказать собственные мысли.

Из всех рассмотренных видов чтения основным для студентов является изучающее – именно оно позволяет в работе с учебной и научной литературой накапливать знания в различных областях. Вот почему именно этот вид чтения в рамках образовательной деятельности должен быть освоен в первую очередь. Кроме того, при овладении данным видом чтения формируются основные приемы, повышающие эффективность работы с текстом. Научная методика работы с литературой предусматривает также ведение записи прочитанного. Это позволяет привести в систему знания, полученные при чтении, сосредоточить внимание на главных положениях, зафиксировать, закрепить их в памяти, а при необходимости вновь обратиться к ним.

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения.

Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала.

Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала.

Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора.

Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного. Конспект – сложный способ изложения содержания книги или статьи в логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие виды записи, позволяет всесторонне охватить содержание книги, статьи. Поэтому умение составлять план, тезисы, делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта.

Как правильно составлять конспект? Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта. Выделите главное, составьте план, представляющий собой перечень заголовков, подзаголовков, вопросов, последовательно раскрываемых затем в конспекте. Это первый элемент конспекта. Вторым элементом конспекта являются тезисы. Тезис - это кратко сформулированное положение. Для лучшего усвоения и запоминания материала следует записывать тезисы своими словами. Тезисы, выдвигаемые в конспекте, нужно доказывать. Поэтому третий элемент конспекта - основные доводы, доказывающие истинность рассматриваемого тезиса. В конспекте могут быть положения и примеры. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности

написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

Конспектирование - наиболее сложный этап работы. Овладение навыками конспектирования требует от студента целеустремленности, повседневной самостоятельной работы. Конспект ускоряет повторение материала, экономит время при повторном, после определенного перерыва, обращении к уже знакомой работе. Учитывая индивидуальные особенности каждого студента, можно дать лишь некоторые, наиболее оправдавшие себя общие правила, с которыми преподаватель и обязан познакомить студентов:

1. Главное в конспекте не объем, а содержание. В нем должны быть отражены основные принципиальные положения источника, то новое, что внес его автор, основные методологические положения работы. Умение излагать мысли автора сжато, кратко и собственными словами приходит с опытом и знаниями. Но их накоплению помогает соблюдение одного важного правила – не торопиться записывать при первом же чтении, вносить в конспект лишь то, что стало ясным.

2. Форма ведения конспекта может быть самой разнообразной, она может изменяться, совершенствоваться. Но начинаться конспект всегда должен с указания полного наименования работы, фамилии автора, года и места издания; цитаты берутся в кавычки с обязательной ссылкой на страницу книги.

3. Конспект не должен быть «слепым», безликим, состоящим из сплошного текста. Особо важные места, яркие примеры выделяются цветным подчеркиванием, взятием в рамочку, оттенением, пометками на полях специальными знаками, чтобы можно было быстро найти нужное положение. Дополнительные материалы из других источников можно давать на полях, где записываются свои суждения, мысли, появившиеся уже после составления конспекта.

ПОДГОТОВКА К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

Практические занятия по дисциплине выступают средством формирования у студентов системы интегрированных умений и навыков, необходимых для освоения профессиональных компетенций, а также умений определять, разрабатывать и применять оптимальные методы решения профессиональных задач.

На практических занятиях происходит закрепление теоретических знаний, полученных в ходе лекций, осваиваются методики и алгоритмы решения типовых задач по образцу и вариантных задач, разбираются примеры применения теоретических знаний для практического использования, выполняются доклады с презентацией по определенным учебно-практическим, учебно-исследовательским или научным темам с последующим их обсуждением.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к практическим занятиям:

для овладения знаниями:

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- подготовка публичных выступлений;
- составление библиографических списков по изучаемым темам.

для формирования навыков и умений:

- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

ПОДГОТОВКА К ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫМ ЗАДАНИЯМ

Практико-ориентированные задания выступают средством формирования у студентов системы интегрированных умений и навыков, необходимых для освоения профессиональных компетенций. Это могут быть ситуации, требующие применения умений и навыков, специфичных для соответствующего профиля обучения (знания содержания предмета), ситуации, требующие организации деятельности, выбора её оптимальной структуры личностно-ориентированных ситуаций (нахождение нестандартного способа решения).

Кроме этого, они выступают средством формирования у студентов умений определять, разрабатывать и применять оптимальные методы решения профессиональных задач. Они строятся на основе ситуаций, возникающих на различных уровнях осуществления практики и формулируются в виде производственных поручений (заданий).

Под практико-ориентированными заданиями понимают задачи из окружающей действительности, связанные с формированием практических навыков, необходимых в повседневной жизни, в том числе с использованием элементов производственных процессов.

Цель практико-ориентированных заданий – приобретение умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Задачи практико-ориентированных заданий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний студентов при решении конкретных задач;

- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- обучение приемам решения практических задач;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Важными отличительными особенностями практико-ориентированных задания от стандартных задач (предметных, межпредметных, прикладных) являются:

- значимость (познавательная, профессиональная, общекультурная, социальная) получаемого результата, что обеспечивает познавательную мотивацию обучающегося;
- условие задания сформулировано как сюжет, ситуация или проблема, для разрешения которой необходимо использовать знания из разных разделов основного предмета, из другого предмета или из жизни, на которые нет явного указания в тексте задания;
- информация и данные в задании могут быть представлены в различной форме (рисунок, таблица, схема, диаграмма, график и т.д.), что потребует распознавания объектов;
- указание (явное или неявное) области применения результата, полученного при решении задания.

Кроме выделенных четырех характеристик, практико-ориентированные задания имеют следующие:

1. по структуре эти задания – нестандартные, т.е. в структуре задания не все его компоненты полностью определены;
2. наличие избыточных, недостающих или противоречивых данных в условии задания, что приводит к объемной формулировке условия;
3. наличие нескольких способов решения (различная степень рациональности), причем данные способы могут быть неизвестны учащимся, и их потребуется сконструировать.

При выполнении практико-ориентированных заданий следует руководствоваться следующими общими рекомендациями:

- для выполнения практико-ориентированного задания необходимо внимательно прочитать задание, повторить лекционный материал по соответствующей теме, изучить рекомендуемую литературу, в т.ч. дополнительную;
- выполнение практико-ориентированного задания включает постановку задачи, выбор способа решения задания, разработку алгоритма практических действий, программы, рекомендаций, сценария и т. п.;
- если практико-ориентированное задание выдается по вариантам, то получить номер варианта исходных данных у преподавателя; если нет вариан-

тов, то нужно подобрать исходные данные самостоятельно, используя различные источники информации;

- для выполнения практико-ориентированного задания может использоваться метод малых групп. Работа в малых группах предполагает решение определенных образовательных задач в рамках небольших групп с последующим обсуждением полученных результатов. Этот метод развивает навыки сотрудничества, достижения компромиссного решения, аналитические способности.

ПОДГОТОВКА К ТЕСТИРОВАНИЮ

Тесты – это вопросы или задания, предусматривающие конкретный, краткий, четкий ответ на имеющиеся эталоны ответов. При самостоятельной подготовке к тестированию студенту необходимо:

1. готовясь к тестированию, проработать информационный материал по дисциплине; проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора учебной литературы;

2. четко выяснить все условия тестирования заранее. Студент должен знать, сколько тестов ему будет предложено, сколько времени отводится на тестирование, какова система оценки результатов и т. д.;

3. приступая к работе с тестами, внимательно и до конца нужно прочитать вопрос и предлагаемые варианты ответов; выбрать правильные (их может быть несколько); на отдельном листке ответов вписать цифру вопроса и буквы, соответствующие правильным ответам;

- в процессе решения желательно применять несколько подходов в решении задания. Это позволяет максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант;

- не нужно тратить слишком много времени на трудный вопрос, нужно переходить к другим тестовым заданиям; к трудному вопросу можно обратиться в конце;

- обязательно необходимо оставить время для проверки ответов, чтобы избежать механических ошибок.

ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

При подготовке к экзамену (*тестированию*) по дисциплине «*Основы горного дела*» обучающемуся рекомендуется:

1. повторить пройденный материал и ответить на вопросы, используя конспект и материалы лекций. Если по каким-либо вопросам у студента недостаточно информации в лекционных материалах, то необходимо получить информацию из раздаточных материалов и/или учебников (литературы), рекомендованных для изучения дисциплины «*Основы горного дела*».

Целесообразно также дополнить конспект лекций наиболее существенными и важными тезисами для рассматриваемого вопроса;

2. при изучении основных и дополнительных источников информации в рамках выполнения заданий на *экзамене* особое внимание необходимо уделять схемам, рисункам, графикам и другим иллюстрациям, так как подобные графические материалы, как правило, в наглядной форме отражают главное содержание изучаемого вопроса;

3. при изучении основных и дополнительных источников информации в рамках выполнения заданий на *экзамене* (в случаях, когда отсутствует иллюстративный материал) особое внимание необходимо обращать на наличие в тексте словосочетаний вида «во-первых», «во-вторых» и т.д., а также дефисов и перечислений (цифровых или буквенных), так как эти признаки, как правило, позволяют структурировать ответ на предложенное задание.

Подобную текстовую структуризацию материала слушатель может трансформировать в рисунки, схемы и т. п. для более краткого, наглядного и удобного восприятия (иллюстрации целесообразно отразить в конспекте лекций – это позволит оперативно и быстро найти, в случае необходимости, соответствующую информацию);

4. следует также обращать внимание при изучении материала для подготовки к *экзамену* на словосочетания вида «таким образом», «подводя итог сказанному» и т.п., так как это признаки выражения главных мыслей и выводов по изучаемому вопросу (пункту, разделу). В отдельных случаях выводы по теме (разделу, главе) позволяют полностью построить (восстановить, воссоздать) ответ на поставленный вопрос (задание), так как содержат в себе основные мысли и тезисы для ответа.



Министерство образования и науки
Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

Е. Ф. Цыпин
Е. А. Бекчурина
И. Х. Хамидулин

ОБОГАЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Учебно-методическое пособие
по выполнению практических работ
для студентов специальности 21.05.04 Горное дело
всех форм обучения

Екатеринбург – 2019

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО

Методической комиссией
горно-механического факультета
« » В.П. Барановский 2019 г.
Председатель комиссии

_____ проф. В. П. Барановский

Е. Ф. Цыпин
Е. А. Бекчурина
И. Х. Хамидулин

ОБОГАЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Учебно-методическое пособие
по выполнению практических работ
для студентов
направления 21.05.04 – «Горное дело»
всех форм обучения

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 1. ДРОБЛЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ	5
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 2. ГРОХОЧЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ	7
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 3. СИТОВЫЙ АНАЛИЗ МЕЛКИХ ПРОДУКТОВ	8
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 4. ОБОГАЩЕНИЕ В ПОРШНЕВОЙ ОТСАДОЧНОЙ МАШИНЕ	12
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 5. ОБОГАЩЕНИЕ НА СОТРЯСАТЕЛЬНОМ КОНЦЕНТРАЦИОННОМ СТОЛЕ	16
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 6. ФРАКЦИОННЫЙ АНАЛИЗ УГЛЯ	19
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 7. КОЛЛЕКТИВНАЯ ФЛОТАЦИЯ СУЛЬФИДНОЙ РУДЫ	21
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 8. МАГНИТНАЯ СЕПАРАЦИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ	26
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	29
ПРИЛОЖЕНИЕ А	30
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	31

ВВЕДЕНИЕ

Цель практических занятий – развитие навыков проведения лабораторных опытов и помощь в закреплении теоретических знаний по дисциплине.

Практические работы выполняются по бригадно, а отчёт по работе каждый студент составляет самостоятельно. Отчёт по работе должен содержать изложение последовательности выполнения работы с необходимыми расчётами (таблица 1.1), схемой подготовки проб, схемой устройства для проведения опытов, эскизами основных узлов, таблицами результатов опытов, графиками, математическими зависимостями и выводами по проделанной работе.

Таблица 1.1 – Расчётные выражения для определения показателей обогащения

№ п/п	Показатель	Расчётные выражения	
		два продукта разделения	n продуктов разделения
1	Баланс по материалу	$Q = C + T$ $100 = \gamma_c + \gamma_t$	$Q = \sum_{i=1}^n Q_i$ $100 = \sum_{i=1}^n \gamma_i$
2	Баланс по ценному компоненту	$Q \cdot \alpha = C \cdot \beta + T \cdot \vartheta$ $100 \cdot \alpha = \gamma_c \cdot \beta + \gamma_t \cdot \vartheta$ $100 = \varepsilon_c + \varepsilon_t$	$100 \cdot \alpha = \sum_{i=1}^n \gamma_i \cdot \beta_i$
3	Массовая доля ценного компонента	$\alpha = (P_a / Q) \cdot 100, \%$ $\beta = (P_p / N) \cdot 100, \%$ $\vartheta = (P_s / T) \cdot 100, \%$	$\beta_i = \frac{P_i}{Q_i} \cdot 100, \%$
4	Выход продукта	$\gamma_c = (C/Q) \cdot 100 = \frac{(\alpha - \vartheta)}{(\beta - \vartheta)} \cdot 100, \%$ $\gamma_t = (T/Q) \cdot 100 = \frac{(\beta - \alpha)}{(\beta - \vartheta)} \cdot 100, \%$	$\gamma_i = \frac{Q_i}{Q} \cdot 100, \%$
5	Извлечение ценного компонента в продукт	$\varepsilon_c = \frac{C \cdot \beta}{Q \cdot \alpha} \cdot 100 = \frac{(\alpha - \vartheta) \cdot \beta}{(\beta - \vartheta) \cdot \alpha} \cdot 100, \%$ $\varepsilon_t = \frac{T \cdot \vartheta}{Q \cdot \alpha} \cdot 100 = \frac{(\beta - \alpha) \cdot \vartheta}{(\beta - \vartheta) \cdot \alpha} \cdot 100, \%$	$\varepsilon_i = \gamma_i \cdot \frac{\beta_i}{\alpha}$

где Q, C, T – массы исходного материала, концентрата и хвостов, соответственно; γ_c, γ_t – выход концентрата и хвостов, соответственно; α, β, ϑ – массовые доли компонента соответственно в исходном материале, в кон-

центрате, хвостах; Q_i, γ_i – масса и выход i -ого продукта; $P_\alpha, P_\beta, P_\gamma, P_i$ – масса ценного компонента в исходном материале, концентрате, хвостах, в i -ом продукте разделения; $\varepsilon_k, \varepsilon_x$ – извлечение ценного компонента в концентрат и в хвосты, соответственно.

На титульном листе отчёта должны быть указаны название работы, шифр группы, фамилия исполнителя. Отчёт должен быть подписан студентом.

Защиту отчёта проводят после его проверки преподавателем. При защите необходимо знать цель работы, устройство и назначение применяемых аппаратов, способы управления и органы управления, методику проведения работы, формулы (таблица 1.1), использованные для расчётов, а также уметь объяснять полученные результаты и закономерности.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 1 ДРОБЛЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

1. Цель:

- изучить конструкции щековой и валковой дробилок;
- изучить способ дробления исходного продукта;
- определить степень дробления;
- определить фактическую производительность щековой и валковой дробилок.

2. Оборудование и материалы:

- проба материала (крупность 150-0 мм);
- дробилка щековая;
- дробилка валковая;
- секундомер;
- набор стандартных лабораторных сит;
- линейка с делениями (штангенциркуль);
- весы;
- совки.

3. Ход работы:

1. Получить у преподавателя пробу материала.
2. Определить массу пробы.
3. Изучить конструкцию дробилки и определить конструктивные и механические параметры.
4. Определить средний максимальный кусок до дробления.
5. Соблюдая меры предосторожности, пропустить пробу через ще-

- ковую дробилку. При этом зафиксировать продолжительность цикла дробления.
6. Определить средний максимальный кусок после дробления.
 7. Соблюдая меры предосторожности, пропустить пробу через валковую дробилку. При этом зафиксировать продолжительность цикла дробления.
 8. Определить средний максимальный кусок после дробления.
 9. Убрать рабочее место в лаборатории.
 10. Обработать результаты работы.
 11. Составить отчёт по выполненной работе.

Пояснения по обработке результатов в работе 1

Для определения среднего максимального куска руды, как до, так и после дробления, отбирают 3 максимальных куска (визуально) и производят замер каждого из них в трёх направлениях. Для удобства рекомендуется использовать ёмкость с прямым углом, в уголок которой следует поместить кусок и обмерить.

Величину (мм) максимального куска D определяют по формуле среднеарифметического:

$$D = \frac{L + B + H}{3},$$

где L – длина куска, мм;
 B – ширина куска, мм;
 H – высота куска, мм.

Средний максимальный размер куска определяют по формуле:

$$D_{\max}^{\text{ср}} = \frac{D_1 + D_2 + D_3}{3}.$$

Аналогично рассчитывают средний максимальный кусок для дроблёного материала $d_{\max}^{\text{пд}}$.

Степень дробления находят по формуле:

$$i_{\text{ср}} = \frac{D_{\max}^{\text{ср}}}{d_{\max}^{\text{ср}}},$$

где $D_{\max}^{\text{ср}}$ – средний максимальный кусок руды до дробления, мм;
 $d_{\max}^{\text{ср}}$ – средний максимальный кусок руды после дробления, мм.
 Фактическую производительность Q определяют по формуле:

$$Q = 3,6 \frac{q}{t}, \text{ т/ч,}$$

где q – количество дробленой руды, кг;
 t – время дробления, с.

В выводах по работе следует отразить результаты определения степеней дробления и производительности дробилок.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 2 ГРОХОЧЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

1. Цель:

- изучить конструкцию и работу самоцентрирующегося инерционного грохота;
- изучить способ изменения режима работы грохота;
- развить навыки анализа полученных данных.

2. Оборудование и материалы:

- проба после дробления в валковой дробилке;
- грохот самоцентрирующийся;
- секундомер;
- набор стандартных лабораторных сит;
- линейка с делениями (штангенциркуль);
- весы;
- совки.

3. Ход работы:

1. Получить у преподавателя пробу.
2. Определить массу пробы.
3. Изучить конструкцию грохота и определить конструктивные и механические параметры.
4. Засыпать пробу в приёмный бункер при закрытом затворе.
5. Включить грохот. Открыть затвор бункера для подачи материала на просеивающую поверхность. Продолжительность грохочения оценивать с точностью до десятых долей секунды: начало – в момент попадания первых зёрен на просеивающую поверхность; окончание – в момент выхода из бункера основной массы материала. В течение опыта необходимо следить за тем, чтобы материал не зависал в бункере. Очистить бункер.
6. Выключить грохот и зачистить поддон, перезапустить грохот несколько раз («пуск-остановка» – два-три раза) до полной очистки.

7. Взвесить надрешётный и подрешётный продукты.
8. Убрать рабочее место в лаборатории.
9. Обработать результаты работы, определить эффективность грохочения.
10. Составить отчёт по выполненной работе.

Пояснения по обработке результатов в работе 2

Определение эффективности грохочения.

Существуют несколько методов определения эффективности грохочения, характеризующих полноту перехода частиц менее размера отверстия просеивающей поверхности в подрешётный продукт.

Наиболее общим является метод, рассматривающий эффективность грохочения как отношение массы подрешетного материала ко всей массе материала такой же крупности, содержащейся в руде, поступающей на грохот

$$E_1 = \frac{Q_1}{Q_2} \cdot 100, \%$$

где Q_1 – масса подрешётного материала (крупность материала $-a+0$ мм), кг;

Q_2 – масса материала той же крупности в исходном материале, поступающем на грохочение (крупность материала $-a+0$ мм), кг;

a – размер отверстий просеивающей поверхности грохота, мм.

Однако, на производстве практически трудно взвешивать подрешётный продукт. Для определения эффективности грохочения отбирают пробы исходной руды и надрешётного продукта, определяют в них содержание класса крупности $-d_c+0$ мм. Эффективность грохочения рассчитывают по формуле:

$$E_2 = \frac{\alpha - \vartheta}{\alpha \cdot (100 - \vartheta)} \cdot 10^4, \%$$

где α – массовая доля зерен минус a в исходном продукте, %;

ϑ – массовая доля зерен минус a в верхнем продукте, %.

В выводах по работе следует привести результаты расчёта эффективности грохочения по двум формулам и сравнить их.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 3 СИТОВЫЙ АНАЛИЗ МЕЛКИХ ПРОДУКТОВ

1. Цель:

- изучить методику проведения ситового анализа;

- определить гранулометрический состав продукта;
- изучить конструкцию и работу вибровстряхивателя;
- развить навыки анализа полученных данных.

2. Оборудование и материалы:

- проба материала крупностью $-1+0$ мм;
- набор стандартных лабораторных сит;
- вибровстряхиватель;
- весы электронные.

3. Ход работы:

1. Получить у преподавателя пробу.
2. Определить массу пробы.
3. Изучить конструкцию стандартных сит и вибровстряхивателя.
4. Собрать комплект сит и поместить пробу на верхнее сито.
5. Провести ситовый анализ в течение времени, заданного преподавателем.
6. Определить массы полученных классов крупности: содержимое каждого сита перенести на листы бумаги и подписать классы; взвесить полученные классы крупности.
7. Убрать рабочее место в лаборатории.
8. Обработать результаты работы: рассчитать частный и суммарный выходы классов крупности в процентах от исходной навески, построить частную и суммарную гранулометрические характеристики.
9. Составить отчёт по выполненной работе.

Пояснения по обработке результатов в работе 3

При проведении исследования на обогатимость полезных ископаемых весьма важной операцией является ситовый анализ.

Для производства ситовых анализов используют набор лабораторных стандартных сит. Конструкция стандартных сит представляет собой круглые ободы диаметром 150-300 мм, высотой от 25 до 50 мм, со вставленными в эти ободы ситами. Набор сит собирают в комплект с крышкой и поддоном.

Размеры отверстий смежных сит должны изменяться плавно, с определенной закономерностью. Почти во всех стандартных ситах это осуществляется применением постоянного множителя – модуля ситовой шкалы. Последовательный ряд размеров отверстий сит составляет геометрическую прогрессию – шкалу классификации.

Практическую работу выполняют на наборе сит с модулем 2.

За основание в наборе сит принято сито 200 меш, где 200 – число отверстий на одном линейном дюйме сетки. Размер отверстия этого сита равен 0,071 мм. На основание последовательно устанавливают сита с размерами отверстий 0,16 мм, 0,315 мм, 0,63 мм, 1,25 мм, 2,5 мм. Нижнее сито устанавливают в поддон такого же диаметра.

На верхнее сито загружают пробу материала в количестве 100-150 г, плотно закрывают крышкой, комплект сит устанавливают на вибровстряхиватель и закрепляют.

Продолжительность ситового анализа для данной пробы определяют экспериментально.

Первоначально продолжительность встряхивания принимается равной 10 минутам, после чего содержимое каждого сита переносят на листы бумаги и классы подписывают.

Качество отсева проверяют по классу минус 0,071 мм. Для этой цели класс крупности $-0,16+0,071$ мм взвешивают, переносят снова на сито 0,071 мм и подвергают ручному отсеиванию в течение 1 мин.

Если в результате контрольного отсеивания выход класса крупности минус 0,071 мм меньше 1 % от первоначальной массы класса крупности $-0,16+0,071$ мм, то сев можно считать окончательным, каждый класс крупности взвешивают, и рассчитывают выходы классов крупности.

Если выход класса крупности минус 0,071 мм при контрольном отсеивании более 1 %, то все классы крупности подвергают повторному отсеиванию в течение 5 мин.

После дополнительного просеивания снова повторяют контрольный ручной сев, как это было описано выше, и так до тех пор, пока при контрольном отсеивании выход класса крупности минус 0,071 мм не окажется менее 1 %. После этого все полученные классы крупности взвешивают, и результаты ситового анализа заносят в таблицу 3.1.

Расчёты частных выходов осуществляют по формуле выхода из таблицы 1.1.

По данным таблицы 3.1 строят кривые ситового анализа (гранулометрические характеристики) по частным и суммарным выходам. При этом по оси абсцисс откладывают размеры отверстий сит в миллиметрах, а по оси ординат – суммарные и частные выходы классов крупности в процентах.

Пример представления результатов ситового анализа приведён в таблице 3.2 и на рисунке 3.1.

Таблица 3.1 – Результаты ситового анализа

Классы крупности, мм	Выход			
	Частный		Суммарный	
	г	%	«по плюсу»	«по минусу»
+2,5				100,0
-2,5+1,25				
-1,25+0,63				
-0,63+0,315				
-0,315+0,16				
-0,16+0,071				
-0,071+0			100,0	
Итого		100,0		

Таблица 3.2 – Результаты ситового анализа дроблёной руды

Класс крупности, мм	Выход, %			
	Частный		Суммарный	
	г	%	«по плюсу»	«по минусу»
+2,5	15,0	8,33	8,33	100,00
-2,5+1,25	12,0	6,67	15,00	91,67
-1,25+0,63	20,0	11,11	26,11	85,00
-0,63+0,315	25,0	13,89	40,00	73,89
-0,315+0,16	35,0	19,44	59,44	60,00
-0,16+0,071	55,0	30,56	90,00	40,56
-0,071+0	18,0	10,00	100,00	10,00
Итого:	180,0	100,00	-	-

Суммарный выход «по плюсу» показывает, какой процент из всей исходной пробы остался бы на данном сите, если бы в данном наборе сит оно было верхним. Расчёт суммарного выхода «по плюсу» осуществляют сверху вниз.

Суммарный выход по «минусу» показывает, какой процент из всей исходной пробы прошел бы через данное сито, если бы в данном наборе сит оно было нижним. Расчёт суммарного выхода по «минусу» осуществляют снизу вверх.

По форме кривой делают вывод о преобладании в пробе крупных или мелких классов.

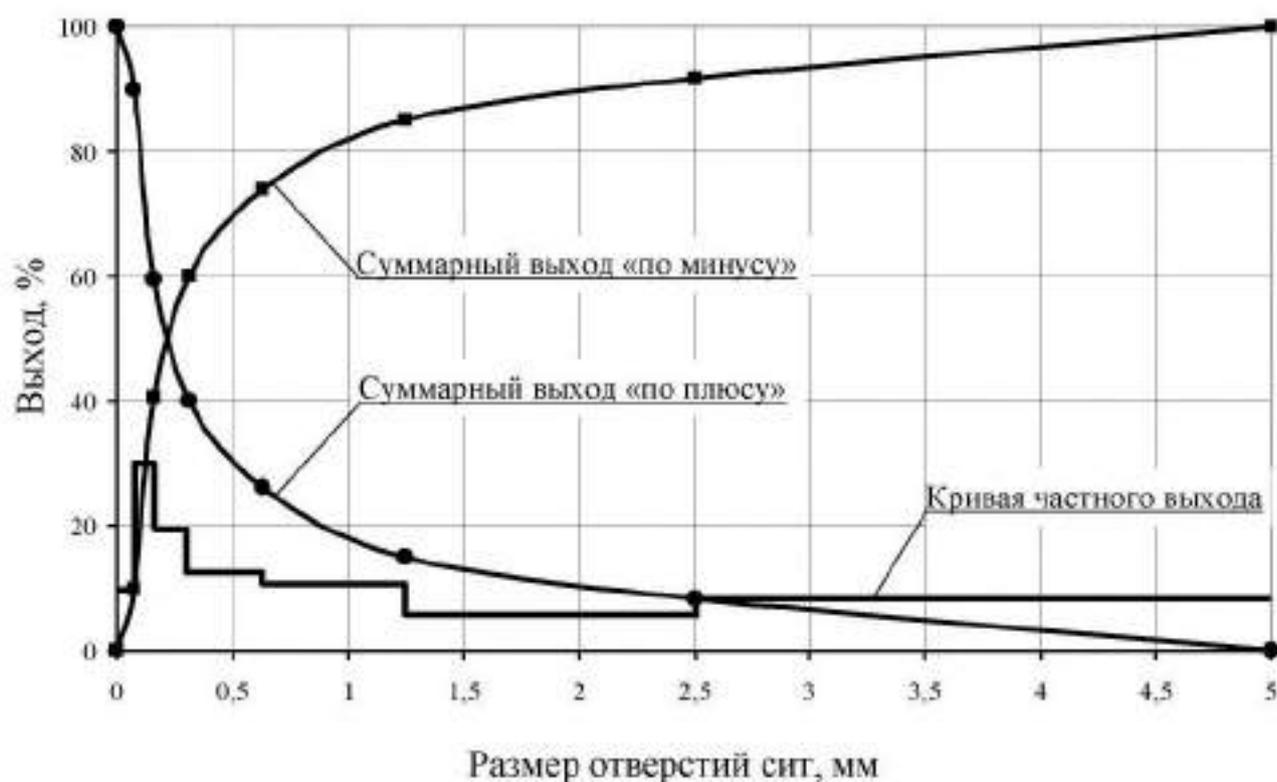


Рисунок 3.1 – Частная и суммарные гранулометрические характеристики

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 4 ОБОГАЩЕНИЕ В ПОРШНЕВОЙ ОТСАДОЧНОЙ МАШИНЕ

Гравитационные процессы обогащения основаны на различии в закономерностях движения различных минералов в той или иной среде под действием сил тяжести или инерционных сил. В большинстве случаев различие в закономерностях движения минералов в среде обусловлено разностью в плотности минералов, но нужно понимать, что это различие может быть обусловлено при разной плотности минералов различными размерами минеральных частиц или различной их формой.

К гравитационным процессам относят: обогащение отсадкой, обогащение на концентрационных столах, в винтовых и центробежных сепараторах, на шлюзах, обогащение в тяжёлых средах, классификация и другие. Гравитационные процессы, в зависимости от среды, в которой происходит обогащение, подразделяют на гидравлические (среда – вода) и пневматические (среда – воздух).

1. Цель:

- изучить конструкцию и работу поршневой отсадочной машины;
- освоить регулировку процесса отсадки;

- развить навыки анализа полученных данных.

2. Оборудование и материалы:

- проба (каменный уголь);
- машина отсадочная поршневая;
- совки;
- весы технические.

Процесс разделения минералов по плотности в вертикальном потоке воды, переменном по направлению и амплитуде, называется *отсадкой*.

Практическую работу выполняют на гидравлической поршневой двухкамерной отсадочной машине с неподвижным решетом и с боковой разгрузкой тяжёлых фракций (рисунок 4.1).

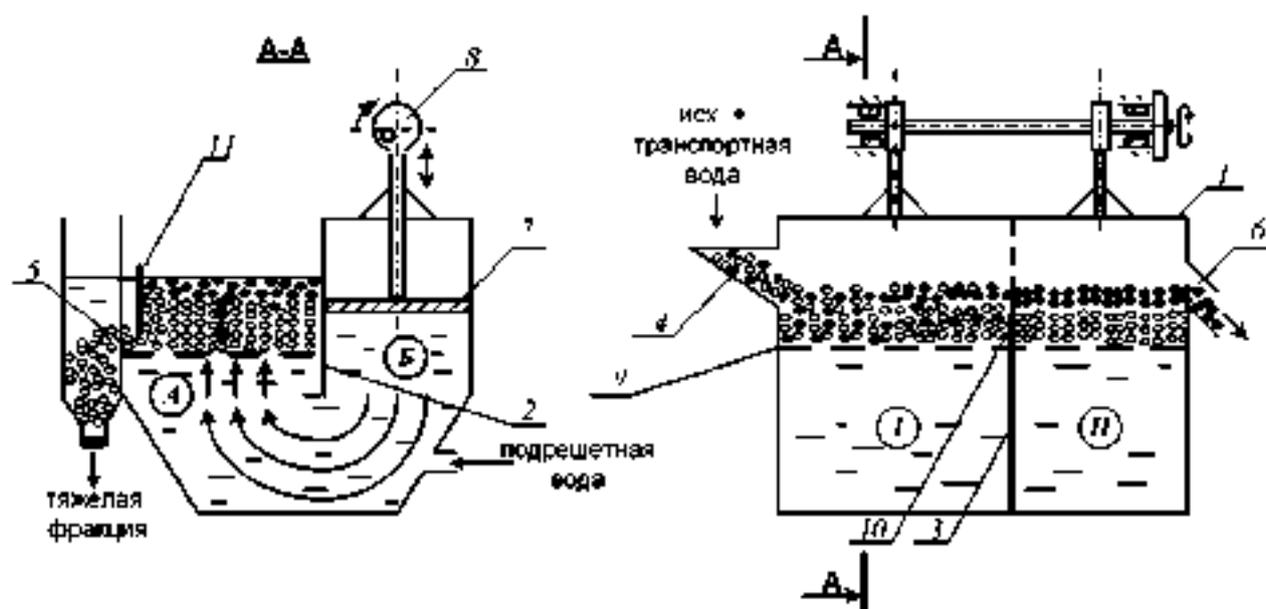


Рисунок 4.1 – Поршневая отсадочная машина

Машина состоит из корпуса 1, который продольной перегородкой 2, не достигающей до дна, разделён на два отделения: отсадочное А и поршневое Б, в котором расположены поршни 7, приводимые в движение эксцентриковым приводом 8.

Корпус машины разделён в поперечном направлении перегородкой 3 на два самостоятельных отделения. В отделении I со стороны загрузочной коробки 4 во время работы происходит накопление тяжёлой фракции (породы); в отделении II – сростков тяжёлого и лёгкого минералов (промежуточного продукта), а лёгкая фракция через сливной порог 6 выносится водой.

Расслоение обогащаемого материала отсадочной постели по плотности происходит в машине под действием вертикальных пульсаций подрешётной воды. При движении воды вверх зёрна меньшей плотности поднимаются выше, чем зёрна большей плотности (более тяжёлые). При движении потока воды вниз, наоборот, зёрна большей плотности оседают быстрее лёгких зерен. Так происходит постепенное расслоение материала, находящегося в машине, по плотностям.

Движение каждого минерального зерна и всей отсадочной постели вдоль машины по отсадочному решету 9 происходит за счёт транспортной воды и избытка подрешётной воды.

В начале работы, спустя некоторое время после начала загрузки исходного продукта в отделении *I* накапливается слой материала – отсадочная постель. Когда общая высота слоя материала будет больше высоты порога 10, разделяющего отсадочное решето в поперечном направлении, лёгкая фракция и часть тяжёлой фракции будут переходить во второе отделение машины *II*. Во втором отделении слой материала, накапливаясь и продвигаясь вдоль машины, достигает сливного порога 6, по которому лёгкие минералы вместе с водой скатываются, разгружаясь из машины.

Чтобы зёрна, имеющие большую плотность, не разгружались через сливной порог 6 при накоплении их в отделении *II* примерно до половины высоты сливного порога, открывают заслонки 11 в обоих отделениях, приподнимая их на такую высоту, чтобы в щели под заслонкой проходили зёрна тяжёлого минерала, но не уходили зёрна лёгкого минерала.

Разгрузку тяжёлой фракции в отделении *I* регулируют заслонкой 11 таким образом, чтобы получать в разгрузке только тяжёлые зерна (породу), а в отделении *II* – разгружать породу и сростки так, чтобы в слив уходил чистый уголь без частиц породы.

3. *Ход работы:*

1. Получить у преподавателя пробу.
2. Изучить конструкцию и определить конструктивные параметры поршневой отсадочной машины.
3. Провести обогащение каменного угля с получением трёх продуктов: лёгкой фракции (уголь), тяжёлой фракции (породы) и промежуточной фракции (промпродукта).
4. Открыть краны на трубопроводах, подающих транспортную и подрешётную воду и заполнить машину водой. Под разгрузочный порог подставить приёмник лёгкой фракции (коробка с

- перфорированным дном).
5. Когда вода начнёт переливаться через порог 6, включить привод поршней машины. После этого начать загружать обогащаемый материал в приёмную коробку 4 вручную совками и продолжать загрузку до конца опыта.
 6. При работе отсадочной машины необходимо следить за накоплением материала в отделениях *I*, *II*. Когда слой тяжёлых (породных) частиц достигнет примерно половины высоты сливного порога 6 во втором отделении, открыть заслонки 11, регулируя высоту их подъема, как указывалось выше. С этого момента начинается разгрузка породной и промпродуктовой фракции в боковые карманы.
 7. В ходе работы необходимо следить за тем, чтобы отсадочная постель хорошо разрыхлялась в восходящем потоке воды и была подвижной – перемещалась импульсами вдоль машины. Последнее достигается одним или сочетанием следующих факторов оперативной регулировки:
 - изменением количества подаваемой подрешётной воды;
 - изменением количества загружаемого в машину обогащаемого продукта;
 - изменением величины разгрузочных щелей.Следует знать, что кроме этих факторов регулирования работы машины можно осуществлять изменением числа ходов поршней в минуту и величиной хода поршней (размахом колебаний). Значение этих факторов подбирают и устанавливают при настройке машины для обогащения того или иного исходного материала заранее, а при работе машины менять эти факторы не представляется возможным.
 8. При работе машины необходимо следить за наполнением приёмников тяжёлой и промпродуктовой фракций, расположенных сбоку машины. Когда слой материала в приёмниках достигнет уровня разгрузочных щелей, опыт прекращают в такой последовательности:
 - прекратить загрузку материала в машину;
 - отключить привод машины;
 - прекратить подачу воды в машину.
 9. Полученные продукты обогащения разгрузить, произвести обезвоживание дренированием и взвесить. Рассчитать выходы продуктов разделения.

10. Убрать рабочее место в лаборатории.
11. Обработать результаты работы.
12. Составить отчёт по выполненной работе.

Пояснения по обработке результатов в работе 4

Массовые доли золы в продуктах задаёт преподаватель, остальные показатели рассчитывают по уравнению баланса и по известным формулам. Результаты расчета представляют в виде таблицы 4.1.

Таблица 4.1 – Результаты обогащения угля на поршневой отсадочной машине

Продукты обогащения	Выход		Массовая доля золы, A^d , %	Извлечение золы, %
	кг	%		
Концентрат				
Промпродукт				
Хвосты (порода)				
Итого:		100,0	$A_{\text{сум}}$	100,0

В выводах по работе следует описать личные наблюдения за возможностью регулирования процесса отсадки в машине, сравнить качество полученных продуктов разделения на основании их визуальной оценки.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 5 ОБОГАЩЕНИЕ НА СОТРЯСАТЕЛЬНОМ КОНЦЕНТРАЦИОННОМ СТОЛЕ

Обогащение мелких классов крупности (менее 3-4 мм) оловянных, вольфрамовых, марганцевых и им подобных руд и углей осуществляют на сотрясательных концентрационных столах.

1. Цель:

- изучить конструкцию сотрясательного концентрационного стола;
- освоить регулировку процесса разделения на деке концентрационного стола при визуальном наблюдении за процессом разделения;
- развить навыки анализа полученных данных.

2. Оборудование и материалы:

- проба измельчённой руды массой 5-7 кг;
- стол сотрясательный концентрационный СК-1;

- совки;
- весы технические.

Стол (рисунок 5.1) состоит из деки 1 с рифлями 2, привода деки 3, механизма изменения угла наклона деки 4, питающего жёлоба 5, жёлоба для подачи смывной воды 6.

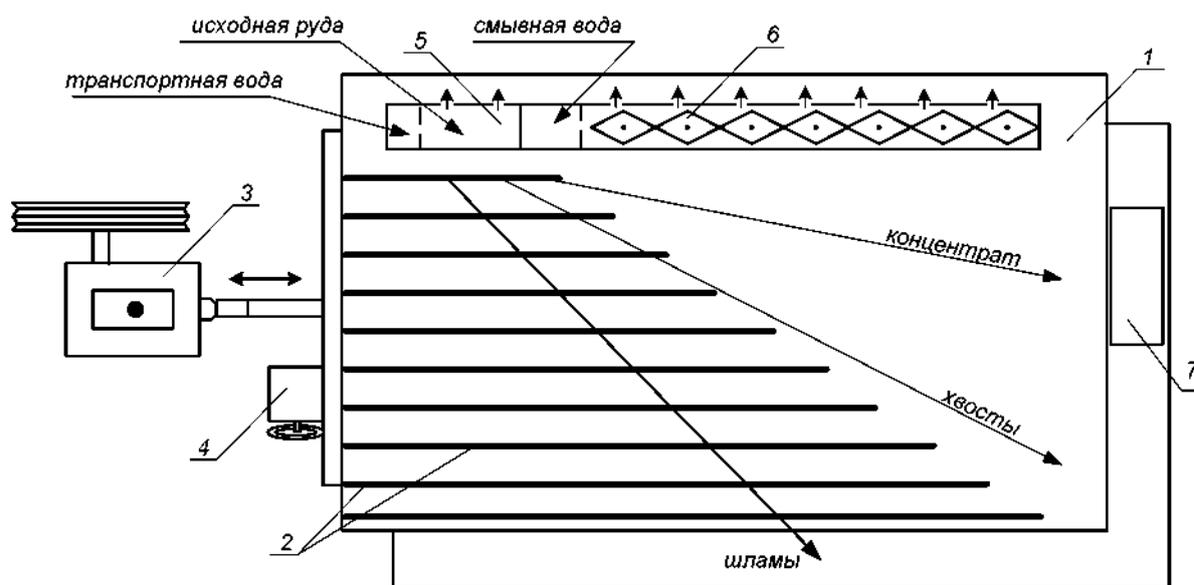


Рисунок 5.1 – Схема концентрационного стола

Разделение минералов по плотности на деке стола происходит за счёт различия в направлении движения лёгких и тяжёлых частиц по деке стола при одновременном действии на частицы минералов сил инерции, силы тяжести и гидродинамического напора смывной воды.

Вследствие сегрегации частиц в пространстве между рифлями тяжёлые частицы имеют больший контакт с декой и за счёт возвратно-поступательных движений деки продвигаются преимущественно вдоль неё. Лёгкие частицы, занимая верхний слой, испытывают большее воздействие потока смывной воды и движутся преимущественно поперек деки стола. На деке стола образуется «веер» частиц, располагающихся сверху-вниз по схеме: мелкие тяжёлые частицы → крупные тяжёлые, мелкие лёгкие → крупные лёгкие → шламы.

Частицы различных по плотности минералов, как правило, отличаются по цвету или блеску, что существенно упрощает наблюдение за образованием и распределением веера продуктов на деке стола.

Изменяя скорость смывного потока воды, можно «расширить» или «сузить» веер на гладкой поверхности деки (за рифлями).

Скорость смывного потока воды регулируют двумя факторами: расходом смывной воды и углом поперечного наклона деки стола.

Качество концентрата зависит от того, какую часть веера (верхнюю) направить в приёмник концентрата. Регулирование количества отсекаемого концентрата из веера частиц осуществляют передвижным жёлобом или перемещением приёмника концентрата вдоль среза деки.

3. *Ход работы:*

1. Получить у преподавателя пробу.
2. Изучить конструкцию и определить конструктивные параметры сотрясательного концентрационного стола;
3. Включить привод стола. Открыть краны на трубопроводе, подающем воду в питающий жёлоб и в жёлоб смывной воды. Отрегулировать равномерность потока смывной воды по деке стола поворотом резиновых флажков в жёлобе.
4. Настроить процесс разделения. Для этого в приёмный жёлоб загрузить несколько совков исходной руды, которая смывается водой на деку стола. Наблюдая за образованием веера частиц на деке стола, продолжать периодически загружать руду в приёмный жёлоб. Отрегулировать ширину и чёткость веера частиц изменением расхода смывной воды и изменением угла наклона деки с помощью штурвала механизма 4 (рисунок 5.1). При получении чёткого веера частиц на деке стола регулирование стола прекратить.
5. Пробу постепенно совком загрузить в приёмный жёлоб. При этом необходимо наблюдать за веером частиц и при необходимости отрегулировать его. Кроме того, нужно следить за шириной части веера частиц, отсекаемой в приёмник концентрата с тем, чтобы забирать в приёмник концентрата постоянную ширину полосы концентрата. При необходимости приёмник можно передвигать.
6. После окончания загрузки руды выждать, пока вся руда не пройдёт по деке и не разгрузится в соответствующие приёмники.
7. Из полученного концентрата слить воду и взвесить его. Определить массу концентрата с учётом его влажности.
8. Убрать рабочее место в лаборатории.
9. Обработать результаты работы.
10. Составить отчёт по выполненной работе.

Пояснения по обработке результатов в работе 5

Массы продуктов разделения и рассчитанные технологические показатели обогащения на концентрационном столе занести в таблицу 5.1.

Таблица 5.1 – Результаты обогащения на концентрационном столе

Продукты обогащения	Выход		Массовая доля извлекаемого компонента, %	Извлечение компонента, %
	кг	%		
Концентрат				
Хвосты (порода)				
Исходная руда		100,0		100,0

Все расчёты осуществляют по известным формулам.

По результатам опыта делают выводы, в которых следует отразить личные наблюдения за процессом разделения минералов на деке стола и за возможностью регулирования процесса разделения.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 6 ФРАКЦИОННЫЙ АНАЛИЗ УГЛЯ

Фракционный анализ угля – это разделение угля по плотности на фракции, осуществляемое в тяжёлых средах с заданными плотностями тяжёлых сред. В качестве тяжёлых сред в лабораторных условиях применяют чаще всего водные растворы хлористого цинка ($ZnCl_2$).

1. Цель:

- изучить методику определения фракционного состава угля;
- изучить методику построения кривых обогатимости угля;
- развить навыки анализа полученных данных.

2. Оборудование и материалы:

- проба (каменный уголь) массой 5-10 кг;
- набор бачков с раствором хлористого цинка различной плотности;
- дешламационный бачок с сетчатым дном;
- бачки для ссыпания фракций различной плотности;
- сетчатый черпак для снятия всплывших фракций;
- совки;
- ареометр для проверки плотности растворов хлористого цинка;

- кружка для проверки плотности раствора хлористого цинка;
- резиновые перчатки для каждого члена бригады;
- весы технические.

3. *Ход работы:*

1. Получить у преподавателя пробу.
2. Взвесить пробу.
3. Пробу засыпать в дешламатор (бачок с сетчатым дном) и подвергнуть дешламации орошением сильной струей воды или многократным опусканием и встряхиванием дешламатора с навеской угля в бачок с водой.
4. Дать воде стечь из дешламатора, после чего опустить дешламатор с исследуемой навеской в бачок с раствором хлористого цинка с наименьшей плотностью.
5. Всплывшую часть исследуемой навески снять сетчатым черпаком, давая стечь в бачок раствору хлористого цинка, и сыпать в бачок с сетчатым дном, прополоскать чистой водой, высушить до воздушно-сухого состояния, взвесить и записать массу каждой фракции в рабочую тетрадь. После этого определить процентный выход её от исходной пробы. Плотность данной фракции будет меньше плотности раствора, в котором она всплыла.
6. Потонувшую часть навески, оставшуюся на дне первого дешламатора, вместе с дешламатором вынуть из первого бачка, дать стечь раствору (в тот же бачок) и перенести в бачок с раствором последующей плотности. Со всплывшей и потонувшей частью поступают так же, как и в предыдущем случае. Плотность зёрен всплывшей части будет лежать в пределах плотности смежных растворов.
7. Повторить пункты 5 и 6 необходимое количество раз.
8. Убрать рабочее место в лаборатории.
9. Обработать результаты работы.
10. Составить отчёт по выполненной работе.

Пояснения по обработке результатов в работе 6

На основании результатов фракционного анализа и результатов анализа каждой фракции на определение массовой доли золы (негорючей массы) строятся кривые обогатимости угля.

Кривые обогатимости угля позволяют решать различные задачи, связанные с выбором и расчётом технологических схем обогащения,

а также рассчитать теоретические (наилучшие) результаты процесса обогащения.

В данной работе фракционный состав угля определяют студенты, а зольность каждой фракции задает преподаватель.

Результаты расслойки пробы угля заносят в таблицу 6.1.

Таблица 6.1 – Фракционный состав угля

Плотность фракций, кг/м ³	Исходный уголь		Всплывшая фракция		Потонувшая фракция		
	Выход		Зольность A^d , %	Выход γ_i , %	Зольность A_i^d , %	Выход γ_{is} , %	Зольность A_i^d , %
	кг	%					
< 1300						100,0	
1300-1400							
1400-1500							
1500-1600							
1600-1700							
> 1700				100,0			
Итого:		100,0		-	-	-	-

Извлечение золы в каждую фракцию рассчитывают по формуле:

$$\varepsilon_i = \frac{\gamma_i \cdot A_i^d}{A^d},$$

где γ_i – выход фракции, %;

A^d – массовая доля золы (зольность) в исходном угле, %;

A_i^d – массовая доля золы (зольность) во фракции, %;

ε_i – извлечение золы во фракцию, %.

По данным фракционного состава угля строят кривые обогатимости угля, а также определяют категорию обогатимости угля.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 7 КОЛЛЕКТИВНАЯ ФЛОТАЦИЯ СУЛЬФИДНОЙ РУДЫ

Флотационный метод обогащения основан на различии в смачиваемости водой поверхности ценных минералов и минералов пустой породы.

Для создания гидрофобности (несмачиваемости) поверхности ценных минералов тонкоизмельченной руды, находящейся в водной среде, добавляют реагенты-собиратели. Благодаря гидрофобности, ценные минералы прикрепляются к пузырькам воздуха и поднимаются вместе с ними на поверхность пульпы, образуя минерализованный

пенный слой, который удаляют из камеры флотомашины. Минералы пустой породы смачиваются водой и остаются в объёме пульпы.

Флотационный метод широко применяют для обогащения сульфидных руд цветных металлов. В этом случае наиболее распространенными реагентами-собирателями являются ксантогенаты. Расход ксантогенатов при флотации сульфидных руд обычно не превышает 100 г/т. В процесс эти реагенты подают в виде водных растворов.

Для создания на поверхностях сульфидных минералов необходимой для закрепления ксантогенатов окисленной пленки в операцию измельчения руды подают реагент-регулятор среды, в качестве которого обычно используют известь или соду. Расходы их, в зависимости от вещественного состава полезного ископаемого, могут изменяться от 200 до 1500 г/т.

Для повышения механической прочности пузырьков воздуха, в результате которого улучшаются условия прилипания к ним ценных минералов, и увеличивается устойчивость флотационной пены, используют реагенты-пенообразователи. Одним из наиболее распространенных в настоящее время пенообразователей является реагент Т-92. Его расходы обычно колеблются от 20 до 100 г/т руды.

Кроме вышеперечисленных типов флотационных реагентов при селективной флотации руд используют реагенты-активаторы и подавители, которые усиливают или ослабляют действие собирателей.

1. Цель:

- изучить конструкцию и работу лабораторной флотационной машины;
- изучить способы изменения режима работы флотомашины;
- освоить методику определения объёма раствора реагента при заданном расходе реагента;
- развить навыки анализа полученных данных.

2. Оборудование и материалы:

- проба (250 г сульфидной руды класса крупности $-3+0$ мм);
- мельница стрежневая;
- рольганги;
- машина флотационная лабораторная механического типа конструкции Механобр;
- реагенты флотационные (сода или известь, бутиловый ксантогенат, Т-92);
- чашки фарфоровые;
- чашки металлические для сбора продуктов;

- промывалки;
- посуда химическая;
- бумага фильтровальная;
- весы электронные.

3. *Ход работы:*

1. Получить у преподавателя пробу.
2. Изучить конструкцию и определить конструктивные параметры лабораторной флотационной машины (рисунок 7.1).
3. Изучить схему флотационного опыта (рисунок 7.2).
4. Очистить стержневую мельницу, в которой будет проводиться измельчение руды, от образовавшейся ржавчины. Для этого поместить в неё 300 г гранита и 300 см³ воды. Масса стержней должна составлять 3000 г. Заполненную мельницу плотно закрыть крышкой с резиновой прокладкой и поместить на рольганги, включив их на 5-10 минут.
5. Подготовить пробу, 250 см³ воды и навеску реагента: соды или извести (вид реагента и его расход задаёт преподаватель).
6. Остановить рольганги, вылить содержимое мельницы, промыть водой её внутреннюю поверхность и стержни.
7. В промытую мельницу с загруженными в неё стержнями сначала поместить отмеренное количество воды, затем пробу сульфидной руды и навеску реагента – регулятора среды. Измельчать в течение времени, указанного преподавателем, обычно 10-15 минут.
8. За период измельчения необходимо подготовить реагенты: собиратель и пенообразователь. Их расходы задаёт преподаватель в г/т руды. Необходимо самостоятельно определить объёмы растворов реагентов, подаваемых в процесс флотации.
9. По истечении заданной продолжительности измельчения снять мельницу с рольгангов, перенести её содержимое с помощью промывалки в камеру флотомашин. При этом нужно следить за тем, чтобы количество добавляемой воды было минимальным. В свободную от пульпы мельницу загрузить стержни, залить воду до бортика и поставить на место хранения.
10. Закрепить камеру 2 на корпусе флотомашин 1, залить в случае необходимости воду и включить двигатель. Через 2 минуты перемешивания в камеру 2 добавить необходимый объём раствора ксантогената и после минутного перемешивания в пульпу ввести пенообразователь.

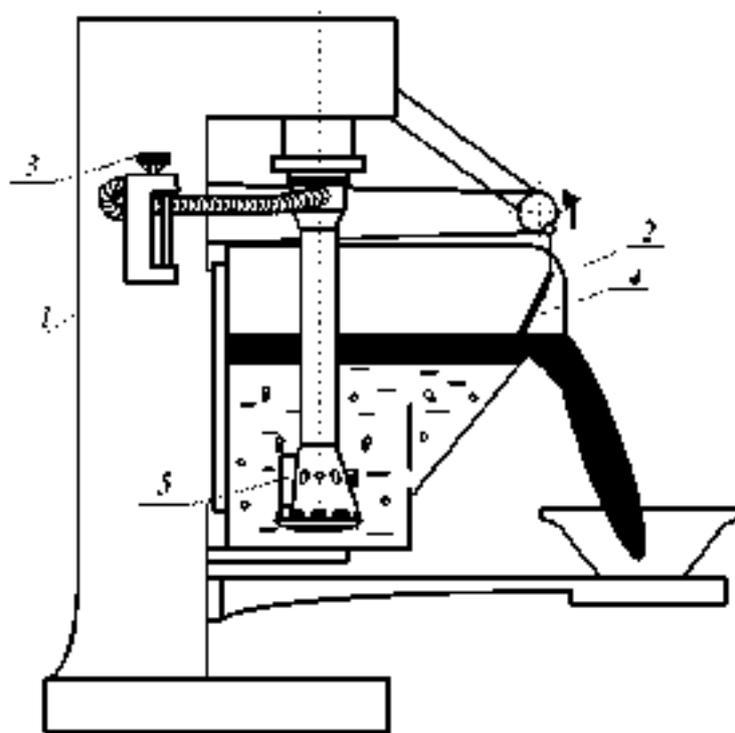


Рисунок 7.1 – Лабораторная флотационная машина



Рисунок 7.2 – Схема флотационного опыта

11. Осторожно повернуть вентиль воздушного крана 3, обеспечив этим засасывание воздуха в камеру для создания на её поверхности слоя минерализованной пены.
12. Включить пеносъёмник 4. В момент снятия первой порции пены зафиксировать время начала флотации. По мере снижения уровня пульпы в камере флотомашинны добавлять воду из про-

мывалки, обмывая при этом её стенки и пеносъёмник от налипших минеральных частиц. Периодически следует отбирать пробу от пенного продукта в фарфоровую чашку. Постепенно нагруженность пены снижается, меняется и её цвет. Конец флотации фиксируется по отсутствию сульфидных минеральных частиц в фарфоровой чашке.

13. Закрывать воздушный кран 3, остановить пеносъёмник 4, выключить двигатель флотомашин. Пенный продукт отфильтровать на вакуум-фильтре и взвесить. Камерный продукт (хвосты) вылить в канаву.
14. Пустую камеру заполнить водой, закрепить на корпусе флотомашин и включить двигатель. Промыть машину в течение 2-3 минут. Затем ополоснуть из промывалки блок аэратора 5. Чистую камеру и блок аэратора протереть чистой тряпкой.
15. Убрать рабочее место в лаборатории.
16. Обработать результаты работы.
17. Составить отчёт по выполненной работе.

Пояснения по обработке результатов в работе 7

Методика определения объёма раствора реагента при заданном расходе реагента.

Например, заданный расход бутилового ксантогената составляет 100 г/т руды. Составим и решим пропорцию:

$$\begin{array}{rcl}
 10^6 \text{ г (1 т) руды} & - & 100 \text{ г ксантогената} \\
 250 \text{ г руды} & - & X \text{ г ксантогената} \\
 X = \frac{100 \text{ г} \cdot 250 \text{ г}}{10^6 \text{ г}} = \frac{2,5 \text{ г}}{10^2} = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ г}
 \end{array}$$

Следует учесть, что ксантогенат используют во флотации в виде 1 % растворов, то есть в 100 см³ раствора содержится 1 г ксантогената.

Составив пропорцию и решив её, определим объём раствора, который следует подать в камеру флотомашин:

$$\begin{array}{rcl}
 100 \text{ см}^3 \text{ раствора} & - & 1 \text{ г ксантогената} \\
 V \text{ см}^3 \text{ раствора} & - & 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ г ксантогената} \\
 V = \frac{100 \text{ см}^3 \cdot 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ г}}{1 \text{ г}} = 2,5 \text{ см}^3
 \end{array}$$

Результаты расчёта показателей флотации занести в таблицу 7.1.

Таблица 7.1 – Показатели коллективной флотации

Наименование продуктов обогащения	Выход		Массовая доля сульфидных минералов, %	Извлечение сульфидных минералов, %
	г	%		
Концентрат				
Хвосты				
Исходная руда		100,0		100,0

Массовую долю сульфидов в продуктах обогащения (β , ϑ) или в исходной руде (α) и в одном из продуктов задаёт преподаватель.

В конце отчёта по выполненной работе делается вывод, в котором анализируются полученным результатам и намечаются способы их повышения.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 8 МАГНИТНАЯ СЕПАРАЦИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Практическую работу по магнитной сепарации выполняют на лабораторном магнитном сепараторе для слабомагнитных руд. Результаты разделения минералов по их магнитной восприимчивости зависят от вещественного состава руды, крупности обогащаемого материала, напряжённости магнитного поля, производительности, высоты рабочей зоны и положения разделительного шибера. При выполнении работы потребуется получить зависимости выходных показателей качества процесса от указанных выше переменных факторов.

1. Цель:

- изучить конструкцию и работу роликового магнитного сепаратора;
- изучить влияние некоторых факторов на процесс магнитной сепарации;
- развить навыки анализа полученных данных.

2. Оборудование и материалы:

- проба материала (200-500 г руды класса крупности -3+0 мм);
- сепаратор магнитный роликовый;
- весы электронные;
- чашки лабораторные;
- щётка для чистки сепаратора.

Магнитный сепаратор (рисунок 8.1) состоит из основания 1 с закреплённым на нём бункером 2 с регулировочным шибером 3. Бункер 2 установлен над вибрлотком 4, выполненным из немагнитного материала и которого осуществляется подача материала в рабочую зону магнитной системы, образованной магнитопроводом 5 и профилированным роликом 6. На магнитопроводе установлены катушки электромагнита 7, подключенные к выпрямителю тока 8, содержащего приборы измерения тока 9 и напряжения 10. На лицевой панели выпрямителя установлены переключатели режима работы, выключатель и регулятор нагрузки по току. Регулирование выходов отдельных фракций осуществляется шибером 11, а очистка ролика 6 щёткой 12.

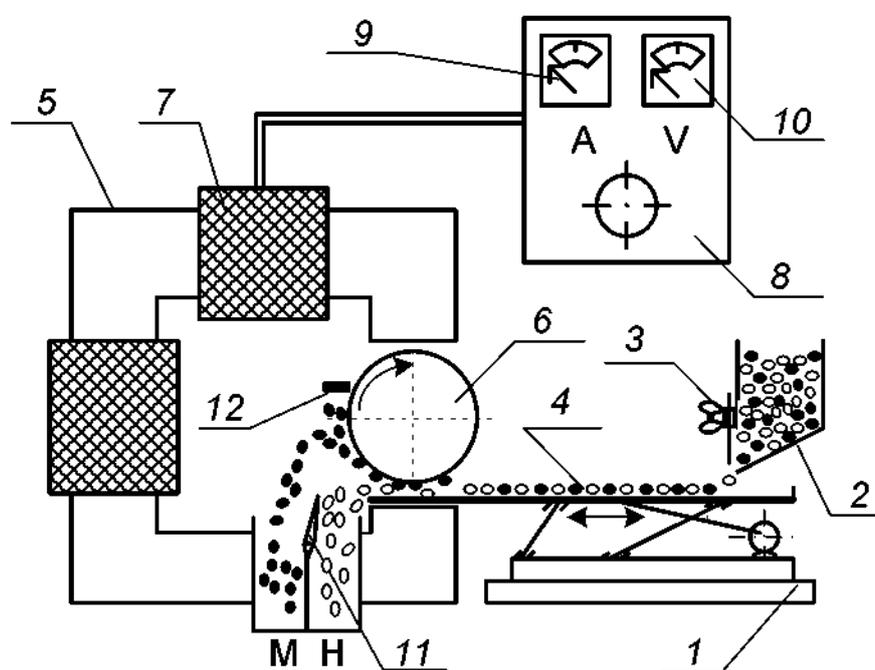


Рисунок 8.1 – Схема магнитного сепаратора

Перед опытом включают выпрямитель 8, устанавливают необходимое значение тока в обмотке электромагнита 7, включают привод вибрлотка 4 и ролика 6. Материал из бункера 2 по вибрлотку поступает в рабочий зазор, где и происходит разделение частиц по удельной магнитной восприимчивости. Частицы, имеющие большую удельную магнитную восприимчивость, выносятся роликом 6 из рабочего зазора, счищаются щёткой 12 и попадают в приёмник магнитной фракции. Регулирование производительности осуществляют смещением шибера 3. Положение шибера 3 изменяют в пределах от 10 до 30 мм, ток в обмотке электромагнита изменяют от 0 до 8 А.

3. *Ход работы:*

1. Получить у преподавателя пробу.
2. Определить массу пробы.
3. Изучить конструкцию и определить конструктивные и механические параметры роликового магнитного сепаратора.
4. Подключить сепаратор и выпрямитель к сети переменного тока.
5. Установить заданные значения настроек сепаратора (положение шибера, сила тока).
6. Загрузить исходный материал в бункер и зафиксировать время начала и конца опыта.
7. Полученные продукты взвесить, выполнить визуальную оценку, провести их анализ.
8. Убрать рабочее место в лаборатории.
9. Обработать результаты работы.
10. Составить отчёт по выполненной работе.

Пояснения по обработке результатов в работе 8

Полученные результаты разделения магнитной сепарацией занести в таблицу 8.1.

Таблица 8.1 – Результаты магнитной сепарации

№ опыта	Наименование продукта	Выход		Сила тока, А	Положение шибера, мм
		г	%		
1	Магнитный			0,5	20
	Немагнитный				
	Исходный продукт		100,0		
2	Магнитный			1,0	20
	Немагнитный				
	Исходный продукт		100,0		
3	Магнитный			2,0	20
	Немагнитный				
	Исходный продукт		100,0		
4	Магнитный			1,0	10
	Немагнитный				
	Исходный продукт		100,0		
5	Магнитный			1,0	30
	Немагнитный				
	Исходный продукт		100,0		

Используя данные таблицы 8.1 построить экспериментальные зависимости количественных показателей процесса магнитной сепарации от переменных факторов:

$$\gamma_m = f(I) \text{ для } h = 20 \text{ мм}$$

$$\gamma_m = f(h) \text{ для } I = 1 \text{ А.}$$

где I – сила тока в катушках, А;

h – положение шибера, мм.

Сделать вывод о влиянии силы тока и положения шибера на получаемые технологические показатели.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Комлев, С.Г.* Основы обогащения полезных ископаемых: учебное пособие / С.Г. Комлев // Урал. гос. горный ун-т. – 5-е изд., перераб. и доп. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2014. – 153 с.

2. *Колтунов, А.В.* Дробление, измельчение, грохочение: учебное пособие / А.В. Колтунов, С.Г. Комлев // Урал. гос. горный ун-т. – 2-е изд., стереотип. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2014. – 122 с.

3. *Морозов Ю.П.* Флотационные методы обогащения: конспект лекций / Ю.П. Морозов // Урал. гос. горный ун-т. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2011. – 155 с.

4. ГОСТ 2.105-95 «Общие требования к текстовым документам».

ПРИЛОЖЕНИЕ А
Пример оформления титульного листа

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
ФГБОУ ВО
«УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
КАФЕДРА «ОБОГАЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ»

ОТЧЁТ
ПО ПРАКТИЧЕСКИМ РАБОТАМ

по дисциплине:
«Обогащение полезных ископаемых»

Руководитель
проф., д.т.н.

Е. Ф. Цыпин

Студент
группы ОПН-00

А. В. Иванов

Екатеринбург, 2018

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Правила и примеры оформления надписей к таблицам и рисункам

Таблицы следует располагать в тексте сразу же после первого упоминания их или на следующей странице. В тексте слово «таблица» пишется полностью с указанием порядкового номера. Заголовок таблицы выполняется без абзацного отступа с выравниванием «по центру». Точка в конце заголовка не ставится. Между основным текстом, заголовком таблицы и самой таблицей – пустая строка. Размер шрифта в таблице должен быть меньше размера основного текста (например, основной текст – 14, в таблице – 13 (12) и меньше).

Таблица 1 – Результаты флотационного обогащения

Наименование продуктов обогащения	Выход		Массовая доля полезного компонента, %	Извлечение полезного компонента, %
	г	%		
Концентрат				
Промпродукт				
Хвосты				
Исходная руда		100,0		100,0

Рисунок вставляется после первого упоминания о нём в тексте. В тексте слово «рисунок» пишется полностью с указанием порядкового номера.

Наименование схемы, рисунка делается под рисунком и располагается симметрично относительно поля рисунка. Под наименованием рисунка после двоеточия помещают расшифровку обозначений и поясняющие записи.



Рисунок 1 – Схема устройства оборудования:
1 – ...; 2 – ...

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор УГГУ
по учебно-методическому комплексу

С. А. Упоров

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

Б1.О.19 ОСНОВЫ ПЕРЕРАБОТКИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль)
Электрификация и автоматизация горного производства

Автор: Пелевин А. Е., проф., д.т.н.

Одобрена на заседании кафедры

Рассмотрена методической комиссией

Обогащения полезных ископаемых
(название кафедры)
Зав. кафедрой _____
(подпись)
Козин В. З.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 05.09.2022
(Дата)

горно-механического факультета
(название факультета)
Председатель _____
(подпись)
Осипов П. А.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 13.09.2022
(Дата)

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА	4
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ	4
Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса	4
Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам	5
Подготовка и написание контрольной работы	6
Подготовка к выполнению и написанию курсовой работы (проекта)	7
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ.....	8
Подготовка к зачёту	8
Подготовка к экзамену.....	8

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа студентов – это разнообразные виды деятельности студентов, осуществляемые под руководством, но без непосредственного участия преподавателя в аудиторное и/или внеаудиторное время.

Это особая форма обучения по заданиям преподавателя, выполнение которых требует активной мыслительной, поисково-исследовательской и аналитической деятельности.

Методологическую основу самостоятельной работы студентов составляет деятельностный подход, когда цели обучения ориентированы на формирование умений решать типовые и нетиповые задачи, то есть на реальные ситуации, где студентам надо проявить знание конкретной дисциплины, использовать внутрипредметные и межпредметные связи.

Цель самостоятельной работы – закрепление знаний, полученных на аудиторных занятиях, формирование способности принимать на себя ответственность, решать проблему, находить конструктивные выходы из сложных ситуаций, развивать творческие способности, приобретение навыка организовывать своё время

Кроме того самостоятельная работа направлена на обучение студента осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свой профессиональный уровень.

Самостоятельная работа реализует следующие задачи:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирование практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развитие исследовательских умений;
- получение навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные студентами работы и т. п.

ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

Основные формы организации самостоятельной работы студентов определяются следующими параметрами:

- содержание учебной дисциплины;
- уровень образования и степень подготовленности студентов;
- необходимость упорядочения нагрузки студентов при самостоятельной работе.

В соответствии с реализацией рабочей программы дисциплины в рамках самостоятельной работы студенту необходимо выполнить следующие виды работ:

для подготовки ко всем видам текущего контроля:

- повторение материала лекций;
- самостоятельное изучение курса;
- подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам;
- подготовка к контрольной работе, написание контрольной работы;
- выполнение и написание курсовой работы (проекта);

для подготовки ко всем видам промежуточной аттестации:

- подготовка к зачёту;
- подготовка к экзамену.

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета /экзамена, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов как online, так и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита контрольных и курсовых работ (проектов), защита зачётных работ в виде доклада с презентацией и др.

Текущий контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

Промежуточный контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного для сдачи экзамена / зачёта.

В методических указаниях по каждому виду контроля представлены материалы для самостоятельной работы и рекомендации по организации отдельных её видов.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса

Лекционный материал по дисциплине излагается в виде устных лекций преподавателя во время аудиторных занятий. Самостоятельная работа студента во время лекционных аудиторных занятий заключается в ведении записей (конспекта лекций).

Конспект лекций, выполняемый во время аудиторных занятий, дополняется студентом при самостоятельном внеаудиторном изучении некоторых тем курса. Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка основной и дополнительной литературы к дисциплине.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины приведён в рабочей программе дисциплины.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на повторение материала лекций и самостоятельное изучение тем курса:

для овладения знаниями:

- конспектирование текста;
- чтение основной и дополнительной литературы;
- составление плана текста;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций;
- повторная работа над учебным материалом;
- составление таблиц для систематизации учебного материала;
- изучение нормативных материалов;
- составление плана и тезисов ответа на вопросы для самопроверки;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- составление библиографических списков по изучаемым темам.

для формирования навыков и умений:

- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Вопросы для самопроверки приведены учебной литературе по дисциплине или могут быть предложены преподавателем на лекционных аудиторных занятиях после изучения каждой темы.

Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам

Практические занятия по дисциплине выступают средством формирования у студентов системы интегрированных умений и навыков, необходимых для освоения профессиональных компетенций, а также умений определять, разрабатывать и применять оптимальные методы решения профессиональных задач.

На практических занятиях происходит закрепление теоретических знаний, полученных в ходе лекций, осваиваются методики и алгоритмы решения типовых задач по образцу и вариантных задач, разбираются примеры применения теоретических знаний для практического использования, выполняются доклады с презентацией по определенным учебно-практическим, учебно-исследовательским или научным темам с последующим их обсуждением.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к практическим занятиям:

для овладения знаниями:

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- подготовка публичных выступлений;
- составление библиографических списков по изучаемым темам.

для формирования навыков и умений:

- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;

- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Лабораторные занятия по дисциплине выступают средством формирования у студентов навыков работы с использованием лабораторного оборудования, планирования и выполнения экспериментов, оформления отчётной документации по выполнению лабораторных работ.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к лабораторным занятиям:

для овладения знаниями:

- изучение методик работы с использованием различных видов и типов лабораторного оборудования;
- изучение правил безопасной эксплуатации лабораторного оборудования;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами.

для закрепления и систематизации знаний:

- составление плана проведения эксперимента;
- составление отчётной документации по результатам экспериментирования;
- аналитическая обработка результатов экспериментов.

для формирования навыков и умений:

- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- оформление отчётной документации по выполнению лабораторных работ.

Подготовка и написание контрольной работы

Контрольная работа – индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся. Контрольная работа является средством проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к контрольной работе:

для овладения знаниями:

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций;
- ответы на вопросы для самопроверки.

для формирования навыков и умений:

- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- оформление отчётной документации по выполнению контрольной работы.

Контрольная работа может быть выполнена в виде доклада с презентацией.

Доклад с презентацией – это публичное выступление по представлению полученных результатов знаний по определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной теме.

При подготовке доклада с презентацией обучающийся должен продемонстрировать умение самостоятельного изучения отдельных вопросов, структурирования основных положений рассматриваемых проблем, публичного выступления, позиционирования себя перед коллективом, навыки работы с библиографическими источниками и оформления научных текстов.

В ходе подготовки к докладу с презентацией обучающемуся необходимо:

- выбрать тему и определить цель выступления;
- осуществить сбор материала к выступлению;
- организовать работу с источниками;
- во время изучения источников следует записывать вопросы, возникающие по мере ознакомления, ключевые слова, мысли, суждения; представлять наглядные примеры из практики;
- сформулировать возможные вопросы по теме доклада, подготовить тезисы ответов на них;
- обработать материал и представить его в виде законченного доклада и презентации.

При выполнении контрольной работы в виде доклада с презентацией самостоятельная работа студента включает в себя:

для овладения знаниями:

- чтение основное и дополнительной литературы по заданной теме доклада;
- составление плана доклада;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей по теме доклада

для закрепления и систематизации знаний:

- составление плана и тезисов презентации по теме доклада;
- составление презентации;
- составление библиографического списка по теме доклада;
- подготовка к публичному выступлению;
- составление возможных вопросов по теме доклада и ответов на них.

для формирования навыков и умений:

- публичное выступление;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Варианты контрольных работ и темы докладов приведены в комплекте оценочных средств дисциплины.

Подготовка к выполнению и написанию курсовой работы (проекта)

Курсовая работа (проект) – форма контроля для демонстрации обучающимся умений работать с объектами изучения, критическими источниками, справочной и энциклопедической литературой, логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы, обосновывать и строить априорную модель изучаемого объекта или процесса, создавать содержательную презентацию выполненной работы.

При выполнении и защите курсовой работы (проекта) оценивается умение самостоятельной работы с объектами изучения, справочной литературой, логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы, обосновывать выбранную технологическую схему и принятый тип и количество оборудования, создавать содержательную презентацию выполненной работы (пояснительную записку и графический материал).

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к курсовой работе (проекту):

для овладения знаниями:

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- составление плана выполнения курсовой работы (проекта);
- составление списка использованных источников.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа учебно-методическими материалами по выполнению курсовой работы (проекта);
- изучение основных методик расчёта технологических схем, выбора и расчёта оборудования;
- подготовка тезисов ответов на вопросы по тематике курсовой работы (проекта).

для формирования навыков и умений:

- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, компоновочных чертежей;
- оформление текстовой и графической документации.

Тематика курсовых работ (проектов) приведены в комплекте оценочных средств дисциплины.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Подготовка к зачёту

Зачёт по дисциплине может быть проведён в виде теста или включать в себя защиту контрольной работы (доклад с презентацией).

Тест – это система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

При самостоятельной подготовке к зачёту, проводимому в виде теста, студенту необходимо:

- проработать информационный материал (конспект лекций, учебное пособие, учебник) по дисциплине; проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора дополнительной учебной литературы;
- выяснить условия проведения теста: количество вопросов в тесте, продолжительность выполнения теста, систему оценки результатов и т. д.;
- приступая к работе с тестом, нужно внимательно и до конца прочитать вопрос и предлагаемые варианты ответов, выбрать правильные (их может быть несколько), на отдельном листке ответов вписать цифру вопроса и буквы, соответствующие правильным ответам.

В процессе выполнения теста рекомендуется применять несколько подходов в решении заданий. Такая стратегия позволяет максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант. Не нужно тратить слишком много времени на трудный вопрос, а сразу переходить к другим тестовым заданиям, к трудному вопросу можно обратиться в конце. Необходимо оставить время для проверки ответов, чтобы избежать механических ошибок.

Зачёт также может проходить в виде защиты контрольной работы (доклад с презентацией). Методические рекомендации по подготовке и выполнению доклада с презентацией приведены в п. «Подготовка и написание контрольной работы».

Подготовка к экзамену

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме экзамена.

Билет на экзамен включает в себя теоретические вопросы и практико-ориентированные задания.

Теоретический вопрос – индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность

одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся.

Практико-ориентированное задание – средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по определенной теме.

При самостоятельной подготовке к экзамену студенту необходимо:

- получить перечень теоретических вопросов к экзамену;
- проработать пройденный материал (конспект лекций, учебное пособие, учебник) по дисциплине, при необходимости изучить дополнительные источники;
- составить планы и тезисы ответов на вопросы;
- проработать все типы практико-ориентированных заданий;
- составить алгоритм решения основных типов задач;
- выяснить условия проведения экзамена: количество теоретических вопросов и практико-ориентированных заданий в экзаменационном билете, продолжительность и форму проведения экзамена (устный или письменный), систему оценки результатов и т. д.;
- приступая к работе с экзаменационным билетом, нужно внимательно прочитать теоретические вопросы и условия практико-ориентированного задания;
- при условии проведения устного экзамена составить план и тезисы ответов на теоретические вопросы, кратко изложить ход решения практико-ориентированного задания;
- при условии проведения письменного экзамена дать полные письменные ответы на теоретические вопросы; изложить ход решения практико-ориентированного задания с численным расчётом искомых величин.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому
комплексу _____ С.А.Упоров

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ГЕОДЕЗИЯ»**

Специальность
21.05.04 Горное дело

форма обучения: очная, заочная

Составитель: Акулова Е.А.

Одобен на заседании кафедры

Геодезии и кадастров
(название кафедры)

Зав. кафедрой

Акулова Е.А.
(Фамилия И.О.)

Протокол №1 от 05.09.2023
(Дата)

Рассмотрен методической комиссией
факультета

Горно-механического
(название факультета)

Председатель

Осипов П. А.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 20.10.2023
(Дата)

Екатеринбург

Г. П. КОЗИНА

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

по выполнению практических работ

по дисциплине «Геодезия»

для студентов очного и заочного обучения

направления подготовки (специальности)

21.05.04 Горное дело

(уровень специалитета)

СОДЕРЖАНИЕ

1.	РАБОТА С ТОПОГРАФИЧЕСКИМИ КАРТАМИ	4
1.1.	Определение расстояний	6
1.2.	Определение географических координат	7
1.3.	Определение прямоугольных координат	7
1.4.	Определение положения точки относительно осевого меридиана зоны	8
1.5.	Определение дирекционного угла, истинного азимута и магнитного азимута линии	8
1.6.	Определение отметок точек и превышения между точками	9
1.7.	построение профиля местности по заданному направлению	10
1.8.	Определение крутизны ската	11
1.9.	Проектирование линии с заданной крутизной ската	12
1.10.	Измерение площадей по топографическим картам полярным планиметром	15
2.	РАБОТА С АЭРОФОТОСНИМКАМИ	17
2.1.	Привязка аэроснимка к топографической карте	17
2.2.	Определение масштаба аэрофотоснимка и высоты фотографирования	18
3.	СОСТАВЛЕНИЕ ТОПОГРАФИЧЕСКОГО ПЛАНА	20
3.1.	Построение координатной сетки	20
3.2.	Нанесение точек съемочного обоснования по координатам	22
3.3.	Нанесение ситуации, точек рельефа и проведение горизонталей	23
3.4.	Вычерчивание топографического плана	25
4.	ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ НИВЕЛИРОВАНИЕ ТРАССЫ	27
4.1.	Обработка результатов нивелирования	27
4.2.	Построение профиля	30
4.3.	Проектирование по прифилю	32
5.	РАБОТА С ГЕОДЕЗИЧЕСКИМИ ПРИБОРАМИ	34
5.1.	Измерение горизонтальных и вертикальных углов	34
5.2.	Измерение расстояний нитяным дальномером	37
5.3.	Измерение превышений	38

I. РАБОТА С ТОПОГРАФИЧЕСКИМИ КАРТАМИ

Для современных топографических карт установлены следующие масштабы: 1:1 000 000, 1:500 000, 1:300 000, 1:200 000, 1:100 000, 1:50 000, 1:25 000, 1:10 000.

Топографические карты широко используются в народном хозяйстве для решения различных инженерных задач и служат основой для создания карт специального назначения.

Листы топографических карт различных масштабов объединены специальной системой разграфки и номенклатуры, основой которой является лист карты масштаба 1:1000 000. Каждый лист топографической карты ограничен с севера и юга параллелями, а с запада и востока – меридианами. Линии меридианов и параллелей образуют внутреннюю географическую рамку листа топографической карты, а их пересечение – углы рамки, которым соответствуют географические координаты, подписываемые на карте (широта φ и долгота λ). Например, координаты северо-западного угла рамки (рис. 1.1.).

$$\varphi = 54^{\circ}20' , \lambda = 14^{\circ}15'$$

Параллельно линиям географической раски с внешней ее стороны на карте показывается минутная рамка, линии которой разделены на черные и белые интервалы. Длины интервалов по северной и южной сторонам рамки соответствуют одной минуте долготы, а по западной и восточной – одной минуте широты.

Каждый интервал минутной рамки разбит точками на интервалы по 10^{сек}. С помощью минутной рамки определяют географические координаты точек на карте: широта φ и долгота λ .

Для определения плоских прямоугольных координат точек на топографических картах наносится прямоугольная координатная сетка.

Линии координатной сетки проходят параллельно осям координат зоны, в которой расположен данный лист. Обычно линии координатной сети проходят через 1 км. Оцифровка линий координатной сетки дается у их выходов за географической рамкой (рис. 1.1). Полные абсциссы и ординаты в (километрах) подписываются на выходах крайних линий данного листа. Остальные линии подписываются двумя последними цифрами.

Например:

абсциссы: 6019, 20, 21, 22, 6023,

ординаты: 3452, 53, 54, 3455.

Листы топографических карт сопровождаются зарамочным оформлением. Над северной рамкой указывается номенклатура листа, его название, система координат (рис. 1.1.). Под южной рамкой указывается численный и линейный масштабы карты, высота сечения рельефа, система высот, данные о склонении магнитной стрелки и сближении меридианов, график заложений, выходные данные, указывающие метод и год создания карты.

Между минутной и внешней рамками помещены номенклатуры смежных листов карт того же масштаба. На топографических картах специальными условными знаками изображаются контуры и рельеф местности, а также прочие сведения о ней.

Наличие на картах географической и прямоугольной сеток координат, данных о склонении магнитной стрелки и сближении меридианов, графика заложений и других данных позволяет решать по карте различные топографические и инженерные задачи.

студентами работы выполняются по топографической карте масштаба 1:10 000 на специальных бланках.

1.1. Определение расстояний

Циркулем – измерителем снимается величина отрезка на топографической карте между заданными точками. По линейке до 0,01 см измеряют длину этого отрезка (ℓ см). С помощью численного масштаба карты (I:M) определяется расстояние на местности (D) в метрах

$$D = \ell \cdot M,$$

где ℓ - длина отрезка с карты, измеренная по линейке в см;

M – знаменатель численного масштаба карты.

Пример: $\ell = 4,25$ см, $M = 10\,000$, $D = 4,25 \cdot 10\,000 = 42\,500$ см = 425 м.

Это же расстояние определяют с помощью линейного масштада, который помещается за южной рамкой листа карты под численным масштабом (рис. 1.1). Для этого циркулем – измерителем отрезок с карты откладывается на линейном масштабе так, чтобы правая игла измерителя была поставлена на оцифрованное деление линейного масштаба справа от «0», а левая игла попадала на первое (дробное) основание – слева от «0». По линейному масштабу справа налево считывается расстояние в метрах.

$$D = 425 \text{ м.}$$

1.2. Определение географических координат φ λ

Географические координаты определяются по минутной рамке. Для определения широты φ через точку (Рис. 1.1 точки N) проводят параллель до пересечения с минутной рамкой. По западной или восточной сторонам рамки, считают число минут и секунд ($\Delta\varphi$) между южной стороной рамки и параллелью данной точки.

Широта (φ) точки будет $\varphi = \varphi_0 + \Delta\varphi$, φ_0 - широта южной стороны рамки, долгота - $\lambda = \lambda_0 + \Delta\lambda$, λ_0 - долгота западной стороны рамки.

Для определения долготы через точку проводят меридиан и по северной или южной стороне минутной рамки отсчитывают долготу (λ).

Пример: определить φ и λ точки N (Рис. 1.1).

$$\lambda_0 = 54^0 17' 30'' \quad \Delta\varphi = 1' 53'', \quad \varphi_N = 54^0 17' 30'' + 1' 53'' = 54^0 19' 23''$$

$$\lambda_0 = 14^0 15' \quad \Delta\lambda = 0' 32'', \quad \lambda_N = 14^0 15' + 0' 32'' = 14^0 15' 32''$$

1.3. Определение прямоугольных координат X и Y

Прямоугольные координаты точки на карте определяются по координатной сетке. Для этого из точки опускают перпендикуляры на южную и западную стороны квадрата координатной сетки. Измерителям с помощью линейного масштаба определяют расстояния по этим перпендикулярам в метрах, которые представляют приращения координат ΔX и ΔY по оси абсцисс и оси ординат. Полученные приращения прибавляют к оцифрованным координатам сетки X_i и Y_i .

Пример: определить прямоугольные координаты точки D (рис. 1.1).

$$X_D = X_i + \Delta X, \quad Y_D = Y_i + \Delta Y$$

X_i - абсцисса южной горизонтальной линии сетки квадрата, в котором находится D.

$$X_i = 6022 \text{ км},$$

Y_i - ордината западной вертикальной линии этого же квадрата.

$$Y_i = 3453 \text{ км}.$$

$$\Delta X = 684 \text{ м} = 0,684 \text{ км}, \quad \Delta Y = 460 \text{ м} = 0,460 \text{ км}$$

$$X_D = 6022 \text{ км} + 0,684 \text{ км} = 6022684 \text{ м}$$

$$Y_D = 3453 \text{ км} + 0,460 \text{ км} = 3453460 \text{ м}.$$

1.4. Определение положения точки относительно осевого меридиана зоны.

Долгота осевого меридиана зоны вычисляется по формуле:

$$L_0 = 6^0 \cdot n - 3^0,$$

где n – номер зоны.

$$\text{Для } n = 3 \quad L_0 = 6^0 \cdot 3 - 3^0 = 15^0$$

Расстояние от осевого меридиана до точки определяется по формуле:

$$d_D = Y_D - 500\text{км}, \quad Y_D = 453460\text{м}$$

где Y_D - ордината точки.

$$d_D = 453460\text{м} - 500\text{км} = -46540\text{м}$$

следовательно, точка D расположена к западу от осевого меридиана на расстоянии 46540 м.

1.5. Определение дирекционного угла α , истинного азимута A и магнитного азимута A_m линии.

Для определения дирекционного угла заданной линии через начальную точку линии проводят прямую параллельную оси абсцисс, направлением на север (рис. 1.1., линия 1 – 2), от которой транспортиром измеряют угол по ходу часовой стрелки до направления на конечную точку линии.

$$\text{Пример: } \alpha_{1-2} = 238^{\circ}.$$

Истинный и магнитный азимуты вычисляют по формулам, пользуясь данными о сближении меридианов и склонении магнитной стрелки или по графику взаимного расположения меридианов.

$$A = \alpha + \gamma,$$

$$A_m = \alpha - (\delta - \gamma).$$

где γ - сближение меридианов,

δ - склонение магнитной стрелки.

При вычислении A и A_m по формулам учитываются знаки δ и γ .

$$\text{Азимут истинный } A = 238^{\circ} + (-0^{\circ}35') = 237^{\circ} 25'.$$

$$\text{Азимут магнитный } A_m = 238^{\circ} - (0^{\circ}45' - (-0^{\circ} 35')) = 236^{\circ} 40'.$$

Контроль вычисления A и A_m выполняют с помощью графика взаимного расположения меридианов (рис. 1.2).

Схема взаимного расположения меридианов

Из схемы видно, что $A_m = \alpha - (-0^{\circ} 35' + 0^{\circ} 45')$.

Для определения магнитного азимута на текущий год необходимо учесть годовое изменение склонения магнитной стрелки $\Delta\alpha = +2'$

$$2' \cdot 34 \text{ года} = 68' = 1^{\circ} 08'; \quad \delta = 0^{\circ} 45' + 1^{\circ} 08' = 1^{\circ} 53'.$$

$$\text{На 1993 год } A_m = 238^{\circ} - (0^{\circ} 35' + 1^{\circ} 53') = 238^{\circ} - 2^{\circ} 28' = 235^{\circ} 32'.$$

1.6 Определение отметок точек и превышений

Отметки точек на карте определяют по горизонталям. Если точка находится на горизонтали, то ее отметка равна отметке этой горизонтали. Точка I находится на горизонтали с отметкой 187,5 м. Следовательно, $H_I = 187,5$ м (рис. 1.3).

Если точка находится между горизонталями, то ее отметка определяется по формуле $H = H_0 + h'$

где H_0 - отметка ближайшей к точке горизонтали,

h' - превышение между точкой и горизонталью H_0 .

Превышение h' может быть как положительным, так и отрицательным. Зная, что высота между горизонталями изменяется пропорционально

заложению, h' определяют по формуле: $h' = \frac{h \cdot v}{a}$,

где h – высота сечения рельефа,

a - расстояние между горизонталями (заложение),

v – расстояние от точки до ближайшей горизонтали H_0 .

Пример: Определить отметку H точки 2.

$$h = 2,5 \text{ м}, \quad v = \frac{1}{2} a, \quad h' = \frac{2,5}{2} = 1,25 \text{ м},$$

$$H_0 = 190,0, H_2 = H_0 + h' = 190,0\text{м} + 1,25\text{м} = 191,2\text{м}.$$

Привышение между двумя точками (точки 1 и 2) находят как разность отметок этих точек

$$h_{1-2} = H_2 - H_1,$$

$$H_1 = 187,5\text{м}, H_2 = 191,2\text{м},$$

$$h_{1-2} = 191,2\text{м} - 187,5 = +3,7\text{м}.$$

Рис. 1.3. Определение отметок точек

1.7. Построение профиля местности по заданному направлению

Профиль по заданному направлению строят по отметкам точек, расположенных на этой линии. Горизонтальный масштаб 1:10 000 (равен масштабу карты), вертикальный – 1:1 000. Пример: Построить профиль по линии 3 – 4 (рис. 1.4.). (Сплошные горизонталы проведены через 2,5 м).

Для построения профиля на миллиметровой бумаге проводят прямую АВ – основание профиля (рис. 1.5), на которую переносят все точки пересечения (а,в,с...) заданного направления с горизонталями карты, и подписывают их отметки. Основанию профиля дают условную отметку H_0 , которая должна быть меньше минимальных отметок точек линии на 15 – 30 м. В примере $H_0 = 170,0$ м). К основанию профиля в отмеченных точках проводят пунктиром перпендикуляры, на которых откладывают в данном вертикальном масштабе (1:1000) значения отметок. Полученные точки соединяют отрезками прямых линий.

Шкала отметок в вертикальном масштабе

Рис. 1.5. Профиль по заданному направлению

1.8. Определение крутизны ската

Крутизна ската ν^0 определяют по графику заложений (рис. 1.6.). Для этого измерителем берут заложение «а» (в примере по направлению СД), которое затем откладывают на графике заложений вдоль его вертикальных линий. Затем по основанию графика заложений определяют угол наклона, характеризующий крутизну ската (рис. 1.6.).

$$\nu^0 = 1^0,3.$$

График заложений

Рис. 1.6. Определение крутизны ската

1.9. Проектирование линии с заданной крутизной ската

Между точками 1 и 2 (рис. 1.7.) спроектировать линию с крутизной ската не более 2^0 . Для решения этой задачи по графику заложений измерителем берут заложение, которое соответствует заданной крутизне ската $\nu^0 = 2^0$. Этим раствором циркуля из точки I засекают следующую горизонталь и получают точку «а», затем из точки «а» засекают этим же раствором циркуля следующую горизонталь, получают точку «б» и т.д.

Соединив все точки, получают линию заданного уклона.

Задание выполняют на кальке, на которую предварительно копируют участок местности с горизонталями вдоль проектируемой линии.

Рис. 1.7. Проектирование линии с заданной крутизной ската

УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

кафедра геодезии и фотограмметрии

РАБОТА С ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ КАРТОЙ

1. Расстояние между точками

 $D = 4,25 \text{ см} \times 10\,000 = 425 \text{ м}$ по численному масштабуПо линейному масштабу $D = 400 \text{ м} + 25 \text{ м} = 425 \text{ м}$

2. Географические координаты точек

$$\varphi_D = 54^{\circ}19'37'' \quad \lambda_N = 54^{\circ}19'23''$$

$$\lambda_D = 14^{\circ}17'07'' \quad \lambda_N = 14^{\circ}15'32''$$

3. Прямоугольные координаты точек

$$X_D = 6022584 \text{ м} \quad X_N = 6022264 \text{ м}$$

$$X_D = 453460 \text{ м} \quad Y_N = 451788 \text{ м}$$

4. Долгота осевого меридиана зоны

$$L_0 = 6^{\circ} \& n - 3^{\circ} = 6^{\circ} \& 3 - 3^{\circ} = 15^{\circ}$$

5. Расстояние точки от осевого меридиана зоны

$$d_D = Y_D - 500 \text{ км} = 453460 \text{ м} - 500 \text{ км} = -46540 \text{ м}$$

6. Дирекционный угол и азимуты линии (1-2)

$$\text{Дирекционный угол } \alpha = 238^{\circ}$$

$$\text{Истинный азимут } A = 237^{\circ} 25'$$

$$\text{Магнитный азимут } A_m = 236^{\circ} 40'$$

$$\text{На 1993 г. магнитный азимут } A_m = 235^{\circ} 32'$$

7. Абсолютные отметки точек

$$H_1 = 187,5 \text{ м}$$

$$H_2 = 191,2 \text{ м}$$

8. Превышение между точками

$$h = H_2 - H_1 = 191,2 \text{ м} - 187,5 \text{ м} = + 3,7 \text{ м}$$

9. профиль местности по заданной линии

10. Крутизна ската ν^0

$$\nu_{\max}^0 = 7^0 \quad \nu_{\min}^0 = 7^0,5$$

11. Проектирование линии с крутизной ската не более 2^0

Преподаватель

МД-94-1

Петров

1.10. Измерение площадей по топографическим картам полярным планиметром

полярный планиметр состоит из двух рычагов: полюсного и обводного. Обводный рычаг имеет ручку со шпилем для обвода контуров и подвижную каретку со счетным механизмом. Вместо шпиля может использоваться марка (точка, окружность), выгравированная на стеклянной пластине. полюсный рычаг на одном конце имеет груз с иглой, которая при обводе контура накалывается на бумагу и служит полюсом планиметра. На другом конце этого рычага находится шарнирная головка, которая вставляется в углубление на каретке счетного механизма и соединяет тем самым оба рычага планиметра в одно целое.

Рис. 1.8. счетный механизм планиметра

Счетный механизм планиметра (рис. 1.8.) состоит из циферблата (1) счетного колеса (2), вращающегося на оси, параллельной обводному рычагу и верньера (3). При обводе фигуры счетное колесо катится по бумаге и дает отсчет. Первую цифру отсчета берут с циферблата, одно деление которого соответствует целому обороту счетного колеса (4). Следующие две цифры отсчета берут со счетного колеса по нулевому штриху верньера 32. Четвертая цифра отсчитывается по верньеру – это номер штриха верньера, совпадающего со штрихом счетного колеса - 5. Отсчет на рис. 1.8 равен 4323. площадь, измеренную планиметром вычисляют по формуле:

$$S = C \cdot \Delta h_{cp}. \Delta n = n_2 - n_1$$

где: C - цена деления планиметра;

n_1 - отсчет по планиметру до обвода контура;

n_2 - отсчет по планиметру после обвода контура.

УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

кафедра геодезии и фотограмметрии

Определение площади на топокартах планиметром						
Обвод квадрата километровой сетки топокарты				Обвод контура измеряемой площади		
Приемы	Отсчеты по планиметру		Разность отсчетов Δn	Отсчеты по планиметру		Разность отсчетов Δn
I	n_1	1102	994	n_1	0085	1184
	n_2	2096		n_2	1269	
	n_2	2096		n_2	1269	
II			993			1191
	n_3	3089		n_3	2460	
	n_3	3089		n_3	2460	
III			986			1195
	n_4	4075		n_4	3655	
$\Delta n_{cp} = 991,0$				$\Delta n_{cp} = 1190$		
Площадь квадрата 100 га				Измеряемая площадь $S = C \cdot \Delta n_{cp}$ $S = 0,1009 \cdot 1190 = 120,1$ га		
Цена деления планиметра $C = \frac{100га}{\Delta n_{cp}} = \frac{100}{991} = 0,1009га$				МД -94-2 Петров		

Цену деления планиметра определяют обходом квадрата координатной сетки на топографической карте масштаба 1:10 000, площадь которого известно ($P_0 = 100$ га).

Для измерения площади устанавливают полюс планиметра вне контура так, чтобы при обводе угол между обводным и полюсным рычагами был в пределах от 30° до 150° .

Затем устанавливают обводной шпиль над выбранной начальной точкой квадрата и берут по отсчетному механизму отсчет n_1 . Обводят квадрат по часовой стрелке до исходной точки и берут отсчет n_2 .

Затем выполняют следующие обводы, не меняя положения полюса; берут отсчеты n_3 и n_4 . Отсчеты записывают в специальный бланк. Вычисляют разности отсчетов: $\Delta n_1 = n_2 - n_1$, $\Delta n_2 = n_3 - n_2$, $\Delta n_3 = n_4 - n_3$. Расхождение разностей не должно превышать 10 – 12 делений.

Находят среднее арифметическое из разностей по трем приемам:

$$\Delta n_{cp} = \frac{\Delta n_1 + \Delta n_2 + \Delta n_3}{3} = \frac{994 + 993 + 986}{3} = 992$$

цену деления планиметра вычисляют по формуле:

$$C = \frac{P_0}{\Delta n_{cp}} = \frac{100 \text{ га}}{991} = 0,1009 \text{ га} .$$

Заданную площадь по топографической карте измеряют также тремя приемами, обводя эту площадь по контуру (см. образец бланка, стр. 16).

$$S = C \cdot \Delta n_{ch} = 0,1009 \cdot 1190 = 120,1 \text{ га} .$$

2. РАБОТА С АЭРОФОТОСНИМКАМИ

Современные топографические карты создаются с помощью аэрофотосъемки. Аэрофотосъемка характеризуется масштабом

фотографирования, фокусным расстоянием аэрофотоаппарата, высотой фотографирования, форматом кадра и рядом других характеристик, которые можно определить непосредственно по аэрофотоснимкам.

2.1. Привязка аэроснимка к топографической карте

Для выполнения задания используют аэроснимок и соответствующую карту. Привязка снимка к карте заключается в отождествлении фотоизображения контуров границ снимка с их графическим изображением на топографической карте. С этой целью рассматривают аэрофотоснимок и карту, опознавая на них идентичные объекты: населенные пункты, элементы дорожной сети, гидрография, контуры растительного покрова и т.д. Изучив изображения идентичных объектов на аэрофотоснимке и карте, с помощью штриховых наметок карандашом фиксируют на карте примерные границы снимка. Если привязка аэрофотоснимка сделана правильно, то полученная фигура должна быть близка к квадрату.

2.2. Определение масштаба аэрофотоснимка и высоты фотографирования

Масштаб аэрофотоснимка определяют по формуле:

$$1 := \frac{\ell}{L \cdot M}, \text{ отсюда знаменатель масштаба аэроснимка } m = \frac{L}{\ell} \cdot M,$$

где: ℓ - длина отрезка на аэрофотоснимке;

L - длина этого же отрезка на топографической карте;

M - знаменатель масштаба карты;

m - знаменатель масштаба аэроснимка.

Для определения масштаба аэрофотоснимка используют два отрезка, концы которых опознают на аэрофотоснимке и карте с погрешностью не более 0,2 мм. С этой целью используют четкие контурные точки аэрофотоснимка и карты: перекрестки дорог, углы построек, углы леса и сельхозугодий.

Оба отрезка должны проходить примерно через главную точку аэроснимка, а расстояния от главной точки до концов отрезка должны быть примерно равными (допустимая разность длин не должна превышать 1 – 2 см). Главная точка «0» аэрофотоснимка находится в точке пересечения линий, соединяющих координатные метки аэрофотоаппарата, изображения которых располагаются в середине каждой из четырех сторон аэрофотоснимка (рис. 2.1.).

Рис. 2.1. Определение главной точки аэроснимка

УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

кафедра геодезии и фотограмметрии

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАСШТАБА АЭРОФОТОСНИМКА

И ВЫСОТЫ ФОТОГРАФИРОВАНИЯ

Аэроснимок № 034

Лист карты Y-35-38-A-B-3

Исходные данные

Масштаб карты 1:М = 1:10 000

Фокусное расстояние

аэрофотоаппарата $f = 100$ мм

$$m = \frac{L \cdot M}{\ell} \quad H = m_{cp} \cdot f$$

$$\text{допуст. } \Delta m = \frac{2 \cdot \Delta d \cdot M}{\ell_{cp}}$$

$$M = 10\,000$$

Схема расположения отрезков на аэроснимке

Измерение длины отрезков

на аэроснимке

$$\ell_1 = 178,7 \text{ мм}$$

$$\ell_2 = 148,3 \text{ мм}$$

$$m_1 = 10926$$

$$\Delta m = m_1 - m_2 = 17$$

на карте

$$L_1 = 195,2 \text{ мм}$$

$$L_2 = 217,0 \text{ мм}$$

$$m_2 = 10943$$

$$\text{доп. } \Delta m = 280$$

$$m_{cp} = 10934$$

Высота фотографирования

$$H = 1093 \text{ м}$$

Преподаватель

МД-94-1

Иванов

Опознав выбранные точки аэрофотоснимка на топографической карте, измеряют отрезок с помощью измерителя и линейки. Вычисления выполняют в бланке (стр. 19). Разность знаменателей масштаба Δm аэрофотоснимка, полученная из определений по двум отрезкам, не должна превышать величины:

$$\text{допустимая } \Delta m = \frac{2\Delta d \cdot M}{l_{cp}}, \quad \Delta m = m_2 - m_1$$

где: Δd - допустимая ошибка положения контуров на топографической карте ($\Delta d = \pm 1 \text{ мм}$).

В качестве окончательного значения знаменателя масштаба аэрофотоснимка принимают его среднее значение из двух определений:

$$m_{cp} = (m_1 + m_2) : 2 .$$

Высоту фотографирования определяют по формуле:

$$H = f \cdot \frac{L \cdot M}{l} \quad \text{или} \quad H = f \cdot m_{cp} ,$$

где f - фокусное расстояние аэрофотоаппарата, которым была выполнена аэрофотосъемка.

Фокусное расстояние задается преподавателям.

Высоту фотографирования вычисляют в метрах.

3. СОСТАВЛЕНИЕ ТОПОГРАФИЧЕСКОГО ПЛАНА

По данным топографической съемки необходимо составить топографический план местности в масштабе 1:2000 с высотой сечения рельефа 1 м.

Составление плана выполняют в такой последовательности:

построение координатной сетки;

нанесение точек съемочного обоснования по координатам;

нанесение ситуации, точек рельефа на план и проведение горизонталей;

вычерчивание топографического плана.

3.1. Построение координатной сетки

Координатную сетку строят на листе чертежной бумаги размером 289 x 210 мм (формат А 4). Стороны координатной сетки принимают равными 5 x 5 см.

Для построения сетки на листе бумаги карандашом проводят диагонали (относительно углов листа). Из точки пересечения диагоналей откладывают на них циркулем-измерителем 4 равных отрезка (полудиagonали) длиной 12 – 13 см (рис. 3.1.), получают точки а,б,в,г. Соединив эти точки на диагоналях, получают стороны вспомогательного прямоугольника а,б,в,г, на которых, начиная от точки г, измерителем откладывают равные отрезки (по 5 см) – стороны сетки квадратов. Общий размер сетки 20 см по оси X, 15 см – по оси У.

Правильность построения координатной сетки контролируют путем измерения циркулем-измерителем диагоналей всех квадратов сетки. Ошибки в длинах диагоналей не должны превышать 0,2 – 0,3 мм. После контроля все вспомогательные построения (на рис. 3.1. показаны пунктиром) убирают.

3.2. Нанесение точек съемочного обоснования по координатам

Для нанесения точек съемочного обоснования по координатам сетку координат оцифровывают через 100 метров. За начало координат принимают юго-западный угол рамки. Координаты юго-западного угла сетки выбирают так, чтобы точки съемочного обоснования разместились примерно в середине сетки. От юго-западного угла к северу подписывают абсциссы X, к востоку – ординаты У.

Координаты, высоты точек съемочного обоснования и горизонтальные проложения приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1.

Номера точек	Координаты		Высоты, м	Горизонт. проложен., м
	X	Y		
I	5319,8	2490,0	148,2	
				169,2
2	5488,8	2481,6	156,6	
				155,8
3	5469,6	2636,3	154,7	
				159,2
4	5311,2	2619,8	146,5	
				130,1

в примере координаты юго-западного угла удобно взять равными $X = 5,2$ км, $Y = 2,4$ км (рис. 3.4). Нанесение каждой точки съемочного обоснования производят с помощью циркуля – измерителя и масштабной линейки. Вначале определяют, в каком квадрате располагается данная точка. Затем значение абсциссы циркулем-измерителем откладывают по обеим сторонам квадрата, наколы соединяют тонкой прямой линией. На этой линии откладывают значение ординаты Y . Делают накол, полученную точку обводят условным знаком (кружочком), рядом слева подписывают номер точки, справа отметку до 0,1 м. Накладку точек съемочного обоснования обязательно контролируют. Для этого значение горизонтального проложения между двумя точками циркулем - измерителем берут по масштабной линейке и сравнивают с расстоянием между соответствующими точками на плане. Расхождение между этими величинами допускается 0,2 мм на плане (рис. 3.4.).

3.3. Нанесение ситуации, точек рельефа и проведение горизонталей

Ситуацию наносят на план по данным полевых измерений и абрисов (рис. 3.2 табл. 3.2).

Съемочные пикеты, снятые полярным способом, наносят на план по горизонтальному углу и горизонтальному проложению. Горизонтальные углы откладывают при помощи кругового транспортира от начального направления по ходу часовой стрелки, а горизонтальное проложение по линейке или циркулем-измерителем в заданном масштабе. Полученную точку обводят кружочком, рядом подписывают номер и отметку. Руководствуясь абрисом и записями, сделанными в примечании, вычерчивают условными знаками элементы ситуации. Виды углов пока обозначают надписями (рис. 3.2.).

Нанесение съемочных пикетов, снятых на местности способом прямоугольных координат (перпендикуляров), производят с помощью линейки и треугольника, откладывая по линейке расстояния, указанные в абрисе, вдоль начального направления и перпендикулярно к нему в масштабе 1:2000 (рис. 3.2 а., начальное направление линия 3 – 4).

Рис. 3.2. а) Съёмка способом перпендикуляров

Таблица 3.2

Исходные данные к составлению
топографического плана
станция 1 Н₁ = 148,2
начальное направление на т.2

Пикет	Гориз. угол °	Гориз. пролож.	Высоты Н, м	Примечание
1	350	20,0	150,0	гран. пашни
2	5	92,0	155,0	гран. пашни
3	27	64,5	153,2	шосс. дор.
4	44	94,0	153,7	шосс. дорога (шир. 5 м)

Проводят горизонтали по отметкам точек с высотой сечения 1 м путем линейного интерполирования отметок по линии ската. в результате интерполирования находят на плане точки, отметки которых кратны принятому сечению. (На рис. 3.3 проведены горизонтали и отметками 154 и 153 м).

Рис. 3.3. Проведение горизонталей: а) графическим интерполированием, б) с помощью палетки

Горизонтали можно провести с помощью палетки. Для изготовления палетки берут восковку размером примерно 7 x7 см. На восковке проводят ряд параллельных линий через равные интервалы (0,5 см или 1,0 см), подписывают их значениями отметок через 1 метр, начиная с минимальной отметки (например 151, 152 и т.д. (рис. 3,3 б). Затем палетку накладывают на 2 соседние А и Б точки на плане таким образом, чтобы эти точки заняли на палетке соответствующее положение по высоте (152,4 и 154,4). Направление линии АБ пересекает линии палетки в точке «а» с отметкой 153 м, в точке «б» с отметкой 154 м. Точки «а» и «б» перекалывают на план и подписывают их

отметки. Таким же образом находят положение горизонталей между другими точками на плане. Соединяя точки с одинаковыми отметками плавными линиями, проводят горизонтали.

3.4. Вычерчивание топографического плана

План оформляют в соответствии с «Условными знаками для топографических планов масштабов 1:5 000, 1:2 000, 1:1 000, 1:500».

Вычерчивают план в следующей последовательности:

пункты съемочного обоснования;

здания, постройки, отдельные местные предметы;

дороги, линии электропередач, просеки, границы контуров и другие элементы линейной протяженности;

надписи объектов и отметки высотных точек.

Вычерчивают горизонтали, выделяют утолщенные горизонтали краткие 5 метрам, размещают надписи горизонталей;

почвенно-растительный покров (условные знаки угодий, лес, луг и пр.);

рамку и зарамочное оформление.

Топографический план вычерчивают в карандаше.

Образец топографического плана приведен на рис. 3.4.

Рис. 3.4. Вычерчивание топографического плана

4. ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ НИВЕЛИРОВАНИЕ ТРАССЫ

Трассой называют ось проектируемого линейного сооружения: дороги, канала, трубопровода и др. Профиль трассы является основным графическим, по которому выполняется проектирование высотного положения будущего инженерного сооружения. Строят профиль по результатам технического нивелирования пикетов, закрепленных на трассе через 100 м, промежуточных точек и поперечников.

4.1. Обработка результатов нивелирования

По результатам технического нивелирования по пикетажу трассы (рис. 4.1.) разбитой между пикетами 0 и 6 с известными отметками ($H_0 = 127,410$ м, $H_6 = 133,446$ м), получены превышения $h_{\text{изм.}}$, которые выписаны в специальную ведомость вычисления отметок в графу 2 (табл. 4.1., стр. 29).

Сначала вычисляют невязку нивелирного хода f_h и допустимое значение невязки доп. f_h по формулам:

$$f_h = \sum h_{\text{изм.}} - (H_6 - H_0),$$

доп. $f_h = 50\text{мм} \sqrt{L_{\text{км}}}$, где: f_h - полученная невязка нивелирного хода, $\sqrt{h_{\text{изм.}}}$ - сумма измеренных превышений по всему нивелирному ходу H_6 - отметка конечного пикета (ПК 6), H_0 - отметка начального пикета (ПК 0), L - длина хода в км (0 . 6 км.).

$$f_h = + 6016 - (133,446 - 127,410) = 6016 - 6036 = - 20 \text{ мм};$$

$$\text{доп. } f_h = 50\text{мм} \sqrt{0,6_{\text{км}}} = 40\text{мм} .$$

Если полученная невязка меньше допустимой, то ее распределяют с обратным знаком на все измеренные превышения, для чего находим поправки δ_h к превышениям ($h_{\text{изм.}}$).

$$\delta_h = -\frac{f_h}{n}, \text{ где } n - \text{число превышений.}$$

Поправки округляют до целых миллиметров, распределяют так, чтобы сумма поправок была равна невязке с обратным знаком. В примере $\delta_h = -(-\frac{20\text{мм}}{9}) = +2\text{мм}$ (и остаток 2 мм). Остаток 2 мм распределяют еще по 1 мм на 2 превышения Таким образом, в нашем примере два превышения получили поправку по 3 мм, а семь превышение – по 2 мм.

$$\text{Контроль: } \sum \delta_h \cdot 7 + 3\text{мм} \cdot 2 = +20\text{мм}$$

Поправки выписывают в графу 2 над значениями $h_{\text{изм.}}$. В графу 3 записывают исправленные превышения ($h_{\text{испр.}}$), которые вычисляют по формуле.

$$h_{\text{испр.}} = h_{\text{изм.}} + \delta_h = + 8800 + 2 = + 0802; - 2100 + 2 = - 2098 \text{ и т.д.}$$

$$\text{Контроль: } \sum h_{\text{испр.}} = H_6 - H_0$$

Рис. 4.1. Схема нивелирного хода

Далее вычисляют отметки пикетов плюсовых точек оси трассы, отметки поперечного профиля.

Отметки пикетов и плюсовых точек трассы вычисляют по формуле;

$$H_n = H_{n-1} + h_{\text{испр.}} ,$$

где: H_n -отметка определяемого пикета

H_{n-1} - отметка предыдущего пикета

$h_{\text{испр.}}$ - исправленное превышение между предыдущим и определяемым пикетами.

В нашем примере:

$$H_1 = H_0 + h_{\text{испр.}} = 127,410 + 0,802 = 128,212 ,$$

$$H_2 = H_1 + h_{\text{испр.}} = 128,212 - 2,098 = 126,114 .$$

Контролем правильности вычисления отметок является полученная в результате вычисления отметка конечного пикета (ПК 6), ($H_6 = 133,446 \text{ м}$). Отметки всех точек записывают в графу 4 используя полученные отметки пикетов оси трассы, вычисляют отметки точек поперечника.

В ведомости вычисления отметок нивелирного хода выписаны превышения между пикетом 5 и точками поперечного профиля.

Отметки точек поперечного профиля вычисляют по формуле:

$$H_1 = H_5 + h_i ,$$

где: H_1 - отметка определяемой точки;

H_5 - отметка пикета 5;

h_i - превышение между ПК 5 и точкой поперечного профиля.

Таблица 4.1.

Ведомость вычисления отметок

Номер точек	Превышения, мм		Отметки Н м
	$h_{изм.}$	$h_{испр.}$	
1	2	3	4
ПК 0	+2		127,410
	+0800	+0802	
ПК 1	+2		128,212
	- 2100	- 2098	
ПК 1+ 40	+ 2		126,114
	- 0190	- 0188	
ПК 2	+2		127,618
	+2412	+ 2414	
X	+ 2		130.032
	+ 1408	+ 1410	
ПК 3	+ 2		131,442
	+ 2598	+ 2600	
ПК 4	+ 3		134,042
	- 1202	- 1199	
ПК 5	+ 3		132,843
	+ 0600	+ 0603	
ПК 6			133,446

Σh	+ 6016	+ 6036	$H_6 - H_0 = +6036$

Поперечный профиль

Номер точек	Превышения $h_{испр.}$	Отметка H_m
ПК 5		132,843
	+0810	
Л + 5		133,653
	- 1588	
Л + 10		131,255
	- 1342	
П + 10		131,501

В примере: $H_{Л+5} = 132 \cdot 843 + 0,810 = 133,653 м$

$H_{Л+10} = 132 \cdot 843 - 1,588 = 131,255 м$

$H_{Л+10} = 132 \cdot 843 - 1,342 = 131,501 м$

Вычисленные отметки записывают в ведомость в графу «отметки» против соответствующей точки.

4.2. Построение профиля

По вычисленным отметкам пикетов и промежуточных точек на миллиметровой бумаге строят продольный профиль трассы и профиль поперечника. Профили строят в масштабах:

Продольный профиль:

горизонтальный масштаб 1:2 000;

вертикальный масштаб 1:200;

Поперечный профиль:

горизонтальный масштаб 1:200;

вертикальный масштаб 1:200;

На листе миллиметровой бумаги размером 400 x 400 мм вычерчивают сетку профиля. Названия граф и размеры их в миллиметрах показаны на рис. 4.2.

В графе «расстояния» отмечают положение пикетов (через 5 см) и плюсовых точек в заданном масштабе. Между пикетами и плюсовыми точками выписывают расстояния. Икс – точки не строят. Ниже этой графы подписывают номера пикетов.

В графе «фактические отметки» выписывают из ведомости нивелирного хода отметки пикетов и плюсовых точек с округлением до 0,01 м.

Выбирают и подписывают отметку условного горизонта профиля, которая должна быть на 5 – 8 метров меньше самой низкой отметки по трассе. (В примере минимальная отметка ПК 1 + 60 Н = 125,93, следовательно отметку условного горизонта можно взять 120,0 м).

От линии условного горизонта на перпендикулярах, проведенных пунктирными линиями через точки трассы, откладывают отметки точек в масштабе 1:200. Полученные точки последовательно соединяют прямыми линиями, в результате чего получают продольный профиль местности по оси трассы.

Над продольным профилем строят сетку для поперечного профиля. Заполняют графы «расстояния» и «фактические отметки» так же, как и при построении продольного профиля. Под сеткой подписывают пикетажные обозначения точек поперечника (рис. 4.2.).

Выбрав условный горизонт, по вычисленным отметкам строят положение точек поперечника и, соединив эти точки, получают поперечный профиль местности.

4.3. Проектирование по профилю

Вдоль продольного профиля проектируют положение оси будущего инженерного сооружения. Проектную линию намечают графически с учетом следующих требований:

проектную отметку нулевого пикета принимают равной фактической отметке этого пикета;

уклоны отдельных участков проектной линии не должны превышать 0,050;

шаг проектирования (длину отдельного участка) принимают от 200 м до 600 м;

объем земляных работ должен быть минимальным, а объемы насыпей и выемок должны быть примерно одинаковыми, т.е. на профиле должно соблюдаться примерное равенство площадей насыпей и выемок;

изменение уклона проектной линии производят на пикетах или плюсовых точках.

На рис. 4.2. проектная отметка ПК 0 равна фактической отметке (127,41). Намечено три участка проектной линии с разными уклонами. Длина каждого участка 200 м. Вычисляют уклон участка проектной линии по формуле:

$$i = \frac{h}{D} = \frac{H_{кон.} - H_{нач.}}{D},$$

где: i - уклон участка проектной линии,

h - превышение участка проектной линии,

D - горизонтальной проложение участка проектной линии,

$H_{нач.}$ - проектная отметка начального пикета участка проектной линии,

$H_{кон.}$ - проектная отметка конечного пикета участка проектной линии.

В примере уклоны равны:

$$i_1 = \frac{H_2 - H_0}{200} = \frac{127,62 - 127,41}{200} = \frac{0,21}{200} = 0,001 ,$$

$$i_2 = \frac{H_4 - H_2}{200} = \frac{134,04 - 127,61}{200} = \frac{6,43}{200} = 0,032 ,$$

$$i_3 = \frac{H_6 - H_4}{200} = \frac{133,45 - 134,01}{200} = \frac{-0,64}{200} = -0,003 .$$

Полученные уклоны округляют до 0,001 и выписывают в графу «Проектные уклоны» над диагональю. Под диагональю выписывают горизонтальное проложение участка с данным уклоном. Направление диагонали показывает знак уклона:

- уклон положительный;
- уклон отрицательный;
- уклон нулевой (горизонтальный участок).

Вычисляют проектные отметки точек продольного профиля по формуле:

$$H_{n+1} = H_n + i \cdot d ,$$

где: H_{n+1} - проектная отметка определяемой точки,

H_n - проектная отметка предыдущей точки,

i - уклон данного участка,

d - горизонтальное проложение между соответствующими точками.

В примере

$$H_1 = H_0 + i \cdot d = 127,41 + 0,001 \cdot 100 = 127,51 \text{ м}$$

$$H_{1+40} = H_1 + i \cdot d = 127,51 + 0,001 \cdot 40 = 127,55 \text{ м}$$

$$H_{1+60} = H_1 + i \cdot d = 127,51 + 0,001 \cdot 60 = 127,57 \text{ м}$$

$$H_2 = H_1 + i \cdot d = 127,51 + 0,001 \cdot 100 = 127,61 \text{ м}$$

Полученные проектные отметки выписывают в графу «Проектные отметки». Таким же образом вычисляют проектные отметки для второго участка.

$$H_3 = H_2 + i \cdot d = 127,61 + 0,032 \cdot 100 = 127,61 + 3,20 = 130,81 \text{ и т.д.}$$

Контролем вычислений служат проектные отметки концов участка проектной линии (ПК 2, ПК 4, ПК 6).

Вычисляют рабочие отметки по формуле

$$H_{\text{раб.}} = H_{\text{проект.}} - H_{\text{фактич.}}$$

$$H_{\text{раб.}} = 127,51 - 128,21 = -0,70 \text{ и т.д.}$$

Рабочие отметки выписывают около проектной линии: положительные (высота насыпи) – выше линии, отрицательные (глубина выемки) – ниже проектной линии.

На поперечном профиле по вычислено проектной отметке пикета 5 ($H_5 = 133,71$) от которого был разбит поперечник, наносят положение проектной линии. Ее проводят горизонтально по 6 метров влево и вправо от оси трассы. Показывают кюветы, (если линия идет в выемке) и откосы (если линия идет по насыпи). Уклон откосов и бортов канав 45° . Ширина дна кюветов 0,6 м., глубина 1 м.

Над проектной линией выписывают ее отметку (в примере 133,71).

Все проектные данные – проектные линии, уклоны, проектные отметки, рабочие отметки вычерчивают на профиле красным цветом.

Слева над продольным профилем вычерчивают штамп. (Размеры произвольные рис. 4.2).

5. РАБОТА С ГЕОДЕЗИЧЕСКИМИ ПРИБОРАМИ

Работа с геодезическими приборами включает измерение горизонтальных углов, вертикальных углов, расстояний теодолитом (рис. 5.1) и измерение превышений нивелиром (рис. 5.5.).

Для выполнения измерений теодолит или нивелир приводят в рабочее положение – горизонтируют и фиксируют. Для горизонтирования теодолита поворотом алидады (8) устанавливают уровень (13) по направлению двух подъемных винтов прибора (5). Вращая эти винты в разные стороны выводят пузырек уровня на середину (в нольпункт). Открепив алидаду, поворачивают ее на 90° , устанавливая уровень по направлению третьего подъемного винта. Вращением этого винта приводят пузырек уровня на середину. Затем вращением диоптрийного кольца (14) устанавливают резкое изображение сетки нитей (рис. 5.3).

5.1. Измерение горизонтальных и вертикальных углов

Устанавливают теодолит в вершине угла, горизонтируют его, вращением алидады (9) и трубы (10) при положении вертикального круга слева (КЛ) наводят ее с помощью визира (3) на левую визирную цель (рис. 5.2), устанавливают ее резкое изображение с помощью кремальеры (12).

Рис. 5.2. Расположение марок при измерении горизонтальных углов

Рис. 5.3. Сетка нитей теодолита

Далее наводящими винтами алидады (9) и трубы (11) точно совмещают центр сетки нитей с визирной целью и с помощью микроскопа (1) берут отсчеты по горизонтальному и вертикальному кругам и записывают в журнал (Табл. 5.1.), затем поворачивают алидаду, наводят сетку нитей на правую визирную цель и также берут и записывают отсчеты по кругам теодолита. Выполненные действия при «круге лево» (КЛ) составляют первый полуприем. Вторым полуприемом выполняют при «круге право» (КП), для чего трубу переводят через зенит и далее действуют аналогично первому

полуприему (КЛ). Порядок записи результатов измерений показан в журнале цифрами с по 8 .

Значение горизонтального угла получают дважды:

$$1 \text{ полуприем КЛ } \beta_{л} = 95^{\circ}30' - 48^{\circ}25' = 47^{\circ}05' \quad (9)$$

$$2 \text{ полуприем КП } \beta_{п} = 275^{\circ}30' - 228^{\circ}26' = 47^{\circ}04' \quad (10)$$

Допустимое расхождение угла КЛ – КП не должно превышать $2''$. За окончательное значение угла принимается его средняя величина

$$\beta_{ср} = (\beta_{л} + \beta_{п}) : 2 = 47^{\circ}04'.5 \quad (11)$$

Вертикальные углы вычисляют по формуле $\nu = КЛ - МО$

$МО = (КЛ + КП - 180^{\circ}) : 2$, где КЛ и КП отсчеты по вертикальному кругу теодолита, МО – место нуля вертикального круга.

$$МО = (16^{\circ}32'' + 163^{\circ}27'' - 180^{\circ}) : 2 = -0''.5 \quad (12)$$

$$\nu = 16^{\circ}32' - (-0''.5) = 16^{\circ}32'.5 \quad (14)$$

Таблица 5.1.

ЖУРНАЛ ИЗМЕРЕНИЯ УГЛОВ И ДЛИН ЛИНИЙ

Дата 4 декабря

исполнитель Иванов С. И.

Точки стояния	Круг	Точки визирования	Горизонтальный круг		
			Отсчет $^{\circ} \quad ''$	Измеренный угол $^{\circ} \quad ''$	Средний угол $^{\circ} \quad ''$
1	2	3	4	5	6
В	КЛ	Д	48 25 (1)	(9) 47 05	(11) 47 04,5
		С	95 30 (3)		
		Д	228 26 (5)	(10)	

	КП		47 05	
		С	275 30	

Точки		Круг	Вертикальный круг			Длина линий
Стояния	Визирования		Отсчет	Место нуля	Угол наклона	Измеренн. Гориз. прол.
7	8	9	10	11	12	13
В	Д	КЛ	16 32 (2)	- 0,5 (12)	16 32,5 (14)	17,6 (16)
		КП	163 27 (6)			
В	С	КЛ	351 18 (4)	+ 0,5 (13)	- 8 42,5 (15)	
		КП	188 43 (8)			
		КЛ				

5.2. Измерение расстояний нитяным дальномером

Измерение расстояний нитяным дальномером производят по рейке с сантиметровыми шашечными делениями (рис. 5.4), для чего труба теодолита наводят на рейку и наводящим винтом трубы (11) совмещают верхнюю дальномерную нить сетки нитей с ближайшим целым дециметровым делением рейки (например 10 дц.). Затем берут отсчет n_2 по нижней нити с точностью до 1 мм.

На рис. 5.4 $n_1 = 1000$ мм $n_2 = 1176$ мм

Измеренное расстояние $S = K(n_1 - n_2)$, где K – коэффициент дальномера. $K = 100$

$$S = 100 (1176 - 1000) = 17,6 \text{ м}$$

Результат записывают в графу 13 журнала (табл. 5.1). (16)

5.3. Измерение превышений

Нивелир (рис. 5.5) приводят в рабочее положение – горизонтируют, приводя на середину пузыре круглого уровня (7) подъемными винтами (11), фокусируют сетку нитей (1). Затем наводят трубу на заднюю рейку,

добиваются ее резкого изображения с помощью кремальеры (5). Элевационным винтом (8) приводят пузырек цилиндрического уровня (9) на середину, берут отсчет по черной стороне рейки средней горизонтальной нитью до 1 мм (рис. 5.6), затем – по красной стороне рейки. Отсчеты записывают в графу 3 журнала (табл. 5.2). Затем рейку устанавливают на переднюю точку и действуя аналогично, берут отсчеты по черной и красной сторонам передней рейки и , записывая их в графу 4 журнала.

Превышение вычисляют по формуле $h = a - в$

где : a - отсчет по задней рейке,

$в$ – отсчет по передней рейке.

Превышение вычисляют дважды: по черным и красным сторонам рейки

$$h_{ч} = 1171 - 1793 = - 622 \quad (5)$$

$$h_{к} = 5854 - 6478 = - 624 \quad (6) \quad h_{ч} - h_{к} = 2 \text{ мм}$$

Расхождение между $h_{ч}$ и $h_{к}$ не должно превышать 5 мм. В графе 7 вычисляют среднее превышение (7)

$$h_{ср.} = (h_{ч} + h_{к}) : 2 = - 623 \text{ мм.}$$

Рис. 5.5. Основные части нивелира Н-3

1 – диоптрийное кольцо; 2 – зрительная труба; 3 – визир; 4 – объектив; 5 – кремальера; 6 – наводящий вид; 7 – круглый уровень; 8 – элевационный винт; 9 – цилиндрический уровень; 10 – закрепительный винт; 11 – подъемный винт; 12 – подставка.

Рис. 5.6. Поле зрения зрительной трубы нивелира

Журнал нивелирования

№№ стан-ций	Номер точек наблюдений	Отсчеты по рейкам, мм			Превышения, мм	
		Задней а	Передний в	Промежу- точный	Вычислен- ный	Средние
1	2	3	4	5	6	7
	1	1171 (1)				
1		5854 (2)			- 622 (5)	
	2		1793 (3)			- 623 (7)
			6478 (4)		- 624 (6)	

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-методическому
комплексу


С.А. Упоров

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ГЕОДЕЗИЯ»**

Специальность
21.05.04 Горное дело

форма обучения: очная, заочная

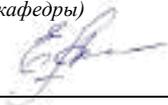
Составитель: Акулова Е.А.

Одобен на заседании кафедры

Геодезии и кадастров

(название кафедры)

Зав. кафедрой



Акулова Е.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол №1 от 05.09.2023

(Дата)

Рассмотрен методической комиссией
факультета

Горно-механического

(название факультета)

Председатель



(подпись)

Осипов П. А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 20.10.2023

(Дата)

Екатеринбург

Содержание

	Стр.
1. Общие положения	3
2. Требования к уровню освоения образовательной программы.....	4
3. Внутренние факторы, способствующие активизации самостоятельной работы	4
4. Виды самостоятельной работы	5
5. Организация СРС.....	7
6. Деятельность студентов по формированию и развитию навыков учебной самостоятельной работы.....	17
7. Требования к учебно-методическому обеспечению самостоятельной работы студентов.....	23
8. Самостоятельная работа студента - необходимое звено становления исследователя и специалиста.....	27
Список используемой литературы.....	28

1. Общие положения

Самостоятельная работа студентов в ВУЗе является важным видом учебной и научной деятельности студента. Самостоятельная работа студентов играет значительную роль в рейтинговой технологии обучения. Государственным стандартом предусматривается, как правило, 50% часов из общей трудоемкости дисциплины на самостоятельную работу студентов (далее СРС). В связи с этим, обучение в ВУЗе включает в себя две, практически одинаковые по объему и взаимовлиянию части – процесса обучения и процесса самообучения. Поэтому СРС должна стать эффективной и целенаправленной работой студента.

Самостоятельная работа студентов - это любая деятельность, связанная с воспитанием мышления будущего профессионала. Любой вид занятий, создающий условия для зарождения самостоятельной мысли, познавательной активности студента связан с самостоятельной работой. В широком смысле под самостоятельной работой следует понимать совокупность всей самостоятельной деятельности студентов как в учебной аудитории, так и вне её, в контакте с преподавателем и в его отсутствии.

Самостоятельная работа студентов – это средство вовлечения студента в самостоятельную познавательную деятельность, формирующую у него психологическую потребность в систематическом самообразовании.

Сущность самостоятельной работы студентов как специфической педагогической конструкции определяется особенностями поставленных в ней учебно-познавательных задач. Следовательно, самостоятельная работа – это не просто самостоятельная деятельность по усвоению учебного материала, а особая система условий обучения, организуемых преподавателем.

Основные задачи самостоятельной работы:

- развитие и привитие навыков студентам самостоятельной учебной работы и формирование потребностей в самообразовании;
- освоение содержания дисциплины в рамках тем, выносимых на самостоятельное изучение студента;
- осознание, углубление содержания и основных положений курса в ходе конспектирования материала на лекциях, отработки в ходе подготовки к семинарским и практическим занятиям;

- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий, при написании курсовых и дипломной работ, для эффективной подготовки к итоговым зачетам и экзаменам.

Активная самостоятельная работа студентов возможна только при наличии серьезной и устойчивой мотивации. Самый сильный мотивирующий фактор - подготовка к дальнейшей эффективной профессиональной деятельности.

2. Требования к уровню освоения образовательной программы «Картография»

Цель дисциплины: формирование научного и практического представления о средствах и методах геодезических работ при топографо-геодезических изысканиях; овладение навыков определения пространственно-геометрического положения объектов, выполнения необходимых геодезических и маркшейдерских измерений, обработки и интерпретации их результатов.

Место дисциплины в структуре ОПОП: Дисциплина «Геодезия» является дисциплиной базовой части Блока 1 «Дисциплины» учебного плана по направлению подготовки *20.03.01 Техносферная безопасность*.

3. Внутренние факторы, способствующие активизации самостоятельной работы

Среди них можно выделить следующие:

1. Полезность выполняемой работы. Если студент знает, что результаты его работы будут использованы в лекционном курсе, в методическом пособии, в лабораторном практикуме, при подготовке публикации или иным образом, то отношение к выполнению задания существенно меняется в лучшую сторону и качество выполняемой работы возрастает. При этом важно психологически настроить студента, показать ему, как необходима выполняемая работа.

Другим вариантом использования фактора полезности является активное применение результатов работы в профессиональной подготовке. Так, например, если студент получил задание на дипломную (квалификационную) работу на одном из младших курсов, он может выполнять самостоятельные задания по ряду дисциплин гуманитарного и социально-экономического, естественно-научного и общепрофессионального циклов дисциплин, которые затем войдут как разделы в его квалификационную работу.

Материальные стимулирующие факторы могут выражаться в надбавках к основной стипендии, номинированные на именные стипендии, участие в конкурсах научно-исследовательских работ, где в качестве приза могут выступать материальные поощрения.

2. Участие студентов в творческой деятельности. Это может быть участие в научно-исследовательской, опытно-конструкторской или методической работе, проводимой на кафедре.

3. Участие в олимпиадах по учебным дисциплинам, конкурсах научно-исследовательских или прикладных работ и т.д.

4. Использование мотивирующих факторов контроля знаний (накопительные оценки, рейтинг, тесты, нестандартные экзаменационные процедуры). Эти факторы при определенных условиях могут вызвать стремление к состоятельности, что само по себе является сильным мотивационным фактором самосовершенствования студента.

5. Поощрение студентов за успехи в учебе и творческой деятельности (стипендии, премирование, поощрительные баллы) и санкции за плохую учебу. Например, за работу, сданную раньше срока, можно проставлять повышенную оценку, а в противном случае ее снижать.

6. Индивидуализация заданий, выполняемых как в аудитории, так и вне ее, постоянное их обновление.

7. Мотивационным фактором в интенсивной учебной работе и, в первую очередь, самостоятельной является личность преподавателя. Преподаватель может быть примером для студента как профессионал, как творческая личность. Преподаватель может и должен помочь студенту раскрыть свой творческий потенциал, определить перспективы своего внутреннего роста.

4. Виды самостоятельной работы

В образовательном процессе высшего профессионального образовательного учреждения выделяется два вида самостоятельной работы – аудиторная, под руководством преподавателя, и внеаудиторная. Тесная взаимосвязь этих видов работ предусматривает дифференциацию и эффективность результатов ее выполнения и зависит от организации, содержания, логики учебного процесса (межпредметных связей, перспективных знаний и др.):

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Основными видами самостоятельной работы студентов без участия преподавателей являются:

- формирование и усвоение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной лектором учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.);

- написание рефератов;

- подготовка к лабораторным работам, их оформление;

- выполнение микроисследований;

- подготовка практических разработок;

- выполнение домашних заданий в виде решения отдельных задач, проведения типовых расчетов, расчетно-компьютерных и индивидуальных работ по отдельным разделам содержания дисциплин и т.д.;

- выполнение конкретного задания в период прохождения учебной практики;

- компьютерный текущий самоконтроль и контроль успеваемости на базе электронных обучающих и аттестующих тестов;

- подготовка докладов и презентаций для конкурсов НИРС и конкурсов профессионального мастерства;

- подготовка к контрольным мероприятиям, таким как текущий контроль знаний в виде проверочных тестов или расчетно-графических работ, зачетов, экзаменов;

- выполнение курсовой работы или проекта;

- подготовка выпускной квалификационной работы.

Основными видами самостоятельной работы студентов с участием преподавателей являются:

- текущие консультации;

- прием и разбор домашних заданий (в часы практических занятий);

- прием и защита лабораторных работ (во время проведения л/р);

- выполнение курсовых работ (проектов) в рамках дисциплин (руководство, консультирование и защита курсовых работ (в часы, предусмотренные учебным планом);

- выполнение учебно-исследовательской работы (руководство, консультирование и защита УИРС);

- прохождение и оформление результатов практик (руководство и оценка уровня сформированности профессиональных умений и навыков);
- выполнение выпускной квалификационной работы (руководство, консультирование и защита выпускных квалификационных работ) и др.

5. Организация СРС

Аудиторная самостоятельная работа может реализовываться при проведении практических занятий, семинаров, выполнении лабораторного практикума и во время чтения лекций.

При чтении лекционного курса непосредственно в аудитории контролируется усвоение материала основной массой студентов путем проведения экспресс-опросов по конкретным темам, тестового контроля знаний, опроса студентов и т.д.

На практических и лабораторных занятиях различные виды СРС позволяют сделать процесс обучения более интересным и поднять активность значительной части студентов в группе.

На практических занятиях не менее 1 часа из двух (50% времени) отводится на самостоятельное решение задач. Лабораторные занятия строятся следующим образом:

1. Вводное слово преподавателя (цели занятия, основные вопросы, которые должны быть рассмотрены).
2. Беглый опрос.
3. Решение 1-2 типовых задач.
4. Самостоятельное решение задач.
5. Проверка решения задач с обязательной работой над ошибками. Лабораторная или практическая работа считается выполненной при условии отсутствия ошибок.

Для проведения занятий необходимо иметь большой банк заданий и задач для самостоятельного решения, причем эти задания могут быть дифференцированы по степени сложности. В зависимости от дисциплины или от ее раздела можно использовать два пути:

1. Давать определенное количество задач для самостоятельного решения, равных по трудности, а оценку ставить за количество решенных за определенное время задач.
2. Выдавать задания с задачами разной трудности и оценку ставить за трудность решенной задачи.

По результатам самостоятельного решения задач следует выставлять по каждому занятию оценку.

При проведении лабораторных работ и учебных практик студенты могут выполнять СРС как индивидуально, так и малыми группами, каждая из которых разрабатывает свою задачу. Выполненная задача затем рецензируется преподавателем и членами бригады. Публичное обсуждение и защита своего варианта повышают роль СРС и усиливают стремление к ее качественному выполнению. Данная система организации практических занятий позволяет вводить в задачи научно-исследовательские элементы, упрощать или усложнять задания.

Активность работы студентов на обычных практических занятиях может быть усилена введением новой формы СРС, сущность которой состоит в том, что на каждую задачу студент получает свое индивидуальное задание (вариант), при этом условие задачи для всех студентов одинаковое, а исходные данные различны. Перед началом выполнения задачи преподаватель дает лишь общие методические указания (общий порядок решения, точность и единицы измерения определенных величин, имеющиеся справочные материалы и т.п.). Выполнение СРС на занятиях с проверкой результатов преподавателем приучает студентов грамотно и правильно выполнять технические расчеты, пользоваться вычислительными средствами и справочными данными. Изучаемый материал усваивается более глубоко, у студентов меняется отношение к лекциям, так как без понимания теории предмета, без хорошего конспекта трудно рассчитывать на успех в решении задачи. Это улучшает посещаемость как практических, так и лекционных занятий.

Выполнение лабораторного практикума, как и другие виды учебной деятельности, содержит много возможностей применения активных методов обучения и организации СРС на основе индивидуального подхода.

Любая лабораторная работа должна включать глубокую самостоятельную проработку теоретического материала, изучение методик проведения и планирование эксперимента, освоение измерительных средств, обработку и интерпретацию экспериментальных данных. При этом часть работ может не носить обязательный характер, а выполняться в рамках самостоятельной работы по курсу. В ряд работ целесообразно включить разделы с дополнительными элементами научных исследований, которые потребуют углубленной самостоятельной проработки теоретического материала.

Разработка комплекса методического обеспечения учебного процесса является важнейшим условием эффективности самостоятельной работы студентов. К такому комплексу следует отнести тексты лекций, учебные и методические пособия, лабораторные практикумы, банки заданий и задач, сформулированных на основе реальных данных, банк расчетных, моделирующих, тренажерных программ и программ для самоконтроля, автоматизированные обучающие и контролирующие системы, информационные базы дисциплины или группы родственных дисциплин и другое. Это позволит организовать проблемное обучение, в котором студент является равноправным участником учебного процесса.

Результативность самостоятельной работы студентов во многом определяется наличием активных методов ее контроля. Существуют следующие виды контроля:

- входной контроль знаний и умений студентов при начале изучения очередной дисциплины;
- текущий контроль, то есть регулярное отслеживание уровня усвоения материала на лекциях, практических и лабораторных занятиях;
- промежуточный контроль по окончании изучения раздела или модуля курса;
- самоконтроль, осуществляемый студентом в процессе изучения дисциплины при подготовке к контрольным мероприятиям;
- итоговый контроль по дисциплине в виде зачета или экзамена;
- контроль остаточных знаний и умений спустя определенное время после завершения изучения дисциплины.

В последние годы наряду с традиционными формами контроля - коллоквиумами, зачетами, экзаменами достаточно широко вводятся новые методы, то есть организация самостоятельной работы студентов производится на основе современных образовательных технологий. В качестве такой технологии в современной практике высшего профессионального образования часто рассматривается рейтинговая система обучения, позволяющая студенту и преподавателю выступать в виде субъектов образовательной деятельности, т.е. являться партнерами.

Тестовый контроль знаний и умений студентов, который отличается объективностью, экономит время преподавателя, в значительной мере освобождает его от рутинной работы и позволяет в большей степени сосредоточиться на творческой части преподавания, обладает высокой степенью дифференциации испытуемых по уровню знаний и умений и очень

эффективен при реализации рейтинговых систем, дает возможность в значительной мере индивидуализировать процесс обучения путем подбора индивидуальных заданий для практических занятий, индивидуальной и самостоятельной работы, позволяет прогнозировать темпы и результативность обучения каждого студента.

Тестирование помогает преподавателю выявить структуру знаний студентов и на этой основе переоценить методические подходы к обучению по дисциплине, индивидуализировать процесс обучения. Весьма эффективно использование тестов непосредственно в процессе обучения, при самостоятельной работе студентов. В этом случае студент сам проверяет свои знания. Не ответив сразу на тестовое задание, студент получает подсказку, разъясняющую логику задания и выполняет его второй раз.

Следует отметить и все шире проникающие в учебный процесс автоматизированные обучающие и обучающе-контролирующие системы, которые позволяют студенту самостоятельно изучать ту или иную дисциплину и одновременно контролировать уровень усвоения материала.

Методические рекомендации для студентов по отдельным формам самостоятельной работы.

С первых же сентябрьских дней на студента обрушивается громадный объем информации, которую необходимо усвоить. Нужный материал содержится не только в лекциях (запомнить его – это только малая часть задачи), но и в учебниках, книгах, статьях. Порой возникает необходимость привлекать информационные ресурсы Интернет.

Система вузовского обучения подразумевает значительно большую самостоятельность студентов в планировании и организации своей деятельности. Вчерашнему школьнику сделать это бывает весьма непросто: если в школе ежедневный контроль со стороны учителя заставлял постоянно и систематически готовиться к занятиям, то в вузе вопрос об уровне знаний вплотную встает перед студентом только в период сессии. Такая ситуация оборачивается для некоторых соблазном весь семестр посвятить свободному времяпрепровождению («когда будет нужно – выучу!»), а когда приходит пора экзаменов, материала, подлежащего усвоению, оказывается так много, что никакая память не способна с ним справиться в оставшийся промежуток времени.

Работа с книгой.

При работе с книгой необходимо подобрать литературу, научиться правильно ее читать, вести записи. Для подбора литературы в библиотеке используются алфавитный и систематический каталоги.

Важно помнить, что рациональные навыки работы с книгой - это всегда большая экономия времени и сил.

Правильный подбор учебников рекомендуется преподавателем, читающим лекционный курс. Необходимая литература может быть также указана в методических разработках по данному курсу.

Изучая материал по учебнику, следует переходить к следующему вопросу только после правильного уяснения предыдущего, описывая на бумаге все выкладки и вычисления (в том числе те, которые в учебнике опущены или на лекции даны для самостоятельного вывода).

При изучении любой дисциплины большую и важную роль играет самостоятельная индивидуальная работа.

Особое внимание следует обратить на определение основных понятий курса. Студент должен подробно разбирать примеры, которые поясняют такие определения, и уметь строить аналогичные примеры самостоятельно. Нужно добиваться точного представления о том, что изучаешь. Полезно составлять опорные конспекты. При изучении материала по учебнику полезно в тетради (на специально отведенных полях) дополнять конспект лекций. Там же следует отмечать вопросы, выделенные студентом для консультации с преподавателем.

Выводы, полученные в результате изучения, рекомендуется в конспекте выделять, чтобы они при перечитывании записей лучше запоминались.

Опыт показывает, что многим студентам помогает составление листа опорных сигналов, содержащего важнейшие и наиболее часто употребляемые формулы и понятия. Такой лист помогает запомнить формулы, основные положения лекции, а также может служить постоянным справочником для студента.

Различают два вида чтения; первичное и вторичное. Первичное - это внимательное, неторопливое чтение, при котором можно остановиться на трудных местах. После него не должно остаться ни одного непонятого слова. Содержание не всегда может быть понятно после первичного чтения.

Задача вторичного чтения - полное усвоение смысла целого (по счету это чтение может быть и не вторым, а третьим или четвертым).

Правила самостоятельной работы с литературой.

Как уже отмечалось, самостоятельная работа с учебниками и книгами (а также самостоятельное теоретическое исследование проблем, обозначенных преподавателем на лекциях) – это важнейшее условие формирования у себя научного способа познания. Основные советы здесь можно свести к следующим:

- Составить перечень книг, с которыми Вам следует познакомиться; «не старайтесь запомнить все, что вам в ближайшее время не понадобится, – советует студенту и молодому ученому Г. Селье, – запомните только, где это можно отыскать» (Селье, 1987. С. 325).

- Сам такой перечень должен быть систематизированным (что необходимо для семинаров, что для экзаменов, что пригодится для написания курсовых и дипломных работ, а что Вас интересует за рамками официальной учебной деятельности, то есть что может расширить Вашу общую культуру...).

- Обязательно выписывать все выходные данные по каждой книге (при написании курсовых и дипломных работ это позволит очень сэкономить время).

- Разобраться для себя, какие книги (или какие главы книг) следует прочитать более внимательно, а какие – просто просмотреть.

- При составлении перечней литературы следует посоветоваться с преподавателями и научными руководителями (или даже с более подготовленными и эрудированными сокурсниками), которые помогут Вам лучше сориентироваться, на что стоит обратить большее внимание, а на что вообще не стоит тратить время...

- Естественно, все прочитанные книги, учебники и статьи следует конспектировать, но это не означает, что надо конспектировать «все подряд»: можно выписывать кратко основные идеи автора и иногда приводить наиболее яркие и показательные цитаты (с указанием страниц).

- Если книга – Ваша собственная, то допускается делать на полях книги краткие пометки или же в конце книги, на пустых страницах просто сделать свой «предметный указатель», где отмечаются наиболее интересные для Вас мысли и обязательно указываются страницы в тексте автора (это очень хороший совет, позволяющий экономить время и быстро находить «избранные» места в самых разных книгах).

- Если Вы раньше мало работали с научной литературой, то следует выработать в себе способность «воспринимать» сложные тексты; для этого лучший прием – научиться «читать медленно», когда Вам понятно каждое прочитанное слово (а если слово незнакомое,

то либо с помощью словаря, либо с помощью преподавателя обязательно его узнать), и это может занять немалое время (у кого-то – до нескольких недель и даже месяцев); опыт показывает, что после этого студент каким-то «чудом» начинает буквально заглатывать книги и чуть ли не видеть «сквозь обложку», стоящая это работа или нет...

• «Либо читайте, либо перелистывайте материал, но не пытайтесь читать быстро... Если текст меня интересует, то чтение, размышление и даже фантазирование по этому поводу сливаются в единый процесс, в то время как вынужденное скорочтение не только не способствует качеству чтения, но и не приносит чувства удовлетворения, которое мы получаем, размышляя о прочитанном», – советует Г. Селье (Селье, 1987. – С. 325-326).

• Есть еще один эффективный способ оптимизировать знакомство с научной литературой – следует увлечься какой-то идеей и все книги просматривать с точки зрения данной идеи. В этом случае студент (или молодой ученый) будет как бы искать аргументы «за» или «против» интересующей его идеи, и одновременно он будет как бы общаться с авторами этих книг по поводу своих идей и размышлений... Проблема лишь в том, как найти «свою» идею...

Чтение научного текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации. От того насколько осознанна читающим собственная внутренняя установка при обращении к печатному слову (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия.

Выделяют четыре основные установки в чтении научного текста:

- информационно-поисковый (задача – найти, выделить искомую информацию)
- усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить как сами сведения излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений)
- аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему)
- творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

С наличием различных установок обращения к научному тексту связано существование и нескольких **видов чтения**:

1. библиографическое – просматривание карточек каталога, рекомендательных списков, сводных списков журналов и статей за год и т.п.;

2. просмотрное – используется для поиска материалов, содержащих нужную информацию, обычно к нему прибегают сразу после работы со списками литературы и каталогами, в результате такого просмотра читатель устанавливает, какие из источников будут использованы в дальнейшей работе;

3. ознакомительное – подразумевает сплошное, достаточно подробное прочтение отобранных статей, глав, отдельных страниц, цель – познакомиться с характером информации, узнать, какие вопросы вынесены автором на рассмотрение, провести сортировку материала;

4. изучающее – предполагает доскональное освоение материала; в ходе такого чтения проявляется доверие читателя к автору, готовность принять изложенную информацию, реализуется установка на предельно полное понимание материала;

5. аналитико-критическое и творческое чтение – два вида чтения близкие между собой тем, что участвуют в решении исследовательских задач. Первый из них предполагает направленный критический анализ, как самой информации, так и способов ее получения и подачи автором; второе – поиск тех суждений, фактов, по которым или в связи с которыми, читатель считает нужным высказать собственные мысли.

Из всех рассмотренных видов чтения основным для студентов является изучающее – именно оно позволяет в работе с учебной литературой накапливать знания в различных областях. Вот почему именно этот вид чтения в рамках учебной деятельности должен быть освоен в первую очередь. Кроме того, при овладении данным видом чтения формируются основные приемы, повышающие эффективность работы с научным текстом.

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

1. Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения;

2. Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала;

3. Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала;

4. Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора;

5. Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного.

Конспект – сложный способ изложения содержания книги или статьи в логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие виды записи, позволяет всесторонне охватить содержание книги, статьи. Поэтому умение составлять план, тезисы, делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта.

Методические рекомендации по составлению конспекта:

1. Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта;

2. Выделите главное, составьте план;

3. Кратко сформулируйте основные положения текста, отметьте аргументацию автора;

4. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно.

5. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли.

В тексте конспекта желательно приводить не только тезисные положения, но и их доказательства. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

Овладение навыками конспектирования требует от студента целеустремленности, повседневной самостоятельной работы.

Выполняя самостоятельную работу под контролем преподавателя

студент должен:

– освоить минимум содержания, выносимый на самостоятельную работу студентов и предложенный преподавателем в соответствии с Государственными образовательными

стандартами высшего профессионального образования (ГОС ВПО/ГОС СПО) по данной дисциплине.

– планировать самостоятельную работу в соответствии с графиком самостоятельной работы, предложенным преподавателем.

– самостоятельную работу студент должен осуществлять в организационных формах, предусмотренных учебным планом и рабочей программой преподавателя.

– выполнять самостоятельную работу и отчитываться по ее результатам в соответствии с графиком представления результатов, видами и сроками отчетности по самостоятельной работе студентов.

студент может:

сверх предложенного преподавателем (при обосновании и согласовании с ним) и минимума обязательного содержания, определяемого ГОС ВПО/ГОС СПО по данной дисциплине:

– самостоятельно определять уровень (глубину) проработки содержания материала;

– предлагать дополнительные темы и вопросы для самостоятельной проработки;

– в рамках общего графика выполнения самостоятельной работы предлагать обоснованный индивидуальный график выполнения и отчетности по результатам самостоятельной работы;

– предлагать свои варианты организационных форм самостоятельной работы;

– использовать для самостоятельной работы методические пособия, учебные пособия, разработки сверх предложенного преподавателем перечня;

– использовать не только контроль, но и самоконтроль результатов самостоятельной работы в соответствии с методами самоконтроля, предложенными преподавателем или выбранными самостоятельно.

Самостоятельная работа студентов должна оказывать важное влияние на формирование личности будущего специалиста, она планируется студентом самостоятельно. Каждый студент самостоятельно определяет режим своей работы и меру труда, затрачиваемого на овладение учебным содержанием по каждой дисциплине. Он выполняет внеаудиторную работу по личному индивидуальному плану, в зависимости от его подготовки, времени и других условий.

6. Деятельность студентов по формированию и развитию навыков учебной самостоятельной работы

В процессе самостоятельной работы студент приобретает навыки самоорганизации, самоконтроля, самоуправления, саморефлексии и становится активным самостоятельным субъектом учебной деятельности.

Основной формой самостоятельной работы студента является изучение конспекта лекций, их дополнение, рекомендованной литературы, активное участие на практических и семинарских занятиях. Но для успешной учебной деятельности, ее интенсификации, необходимо учитывать следующие субъективные факторы:

1. Знание школьного программного материала, наличие прочной системы знаний, необходимой для усвоения основных вузовских курсов. Это особенно важно для математических дисциплин. Необходимо отличать пробелы в знаниях, затрудняющие усвоение нового материала, от малых способностей. Затратив силы на преодоление этих пробелов, студент обеспечит себе нормальную успеваемость и поверит в свои способности.

2. Наличие умений, навыков умственного труда:

а) умение конспектировать на лекции и при работе с книгой;

б) владение логическими операциями: сравнение, анализ, синтез, обобщение, определение понятий, правила систематизации и классификации.

3. Специфика познавательных психических процессов: внимание, память, речь, наблюдательность, интеллект и мышление. Слабое развитие каждого из них становится серьезным препятствием в учебе.

4. Хорошая работоспособность, которая обеспечивается нормальным физическим состоянием. Ведь серьезное учение - это большой многосторонний и разнообразный труд. Результат обучения оценивается не количеством сообщаемой информации, а качеством ее усвоения, умением ее использовать и развитием у себя способности к дальнейшему самостоятельному образованию.

5. Соответствие избранной деятельности, профессии индивидуальным способностям. Необходимо выработать у себя умение саморегулировать свое эмоциональное состояние и устранять обстоятельства, нарушающие деловой настрой, мешающие намеченной работе.

6. Владение оптимальным стилем работы, обеспечивающим успех в деятельности. Чередование труда и пауз в работе, периоды отдыха, индивидуально обоснованная норма

продолжительности сна, предпочтение вечерних или утренних занятий, стрессоустойчивость на экзаменах и особенности подготовки к ним,

7. Уровень требований к себе, определяемый сложившейся самооценкой.

Адекватная оценка знаний, достоинств, недостатков - важная составляющая самоорганизации человека, без нее невозможна успешная работа по управлению своим поведением, деятельностью.

Одна из основных особенностей обучения в высшей школе заключается в том, что постоянный внешний контроль заменяется самоконтролем, активная роль в обучении принадлежит уже не столько преподавателю, сколько студенту.

Зная основные методы научной организации умственного труда, можно при наименьших затратах времени, средств и трудовых усилий достичь наилучших результатов.

Эффективность усвоения поступающей информации зависит от работоспособности человека в тот или иной момент его деятельности.

Работоспособность - способность человека к труду с высокой степенью напряженности в течение определенного времени. Различают внутренние и внешние факторы работоспособности.

К внутренним факторам работоспособности относятся интеллектуальные особенности, воля, состояние здоровья.

К внешним:

- организация рабочего места, режим труда и отдыха;
- уровень организации труда - умение получить справку и пользоваться информацией;
- величина умственной нагрузки.

Выдающийся русский физиолог Н. Е. Введенский выделил следующие условия продуктивности умственной деятельности:

- во всякий труд нужно входить постепенно;
- мерность и ритм работы. Разным людям присущ более или менее разный темп работы;
- привычная последовательность и систематичность деятельности;
- правильное чередование труда и отдыха.

Отдых не предполагает обязательного полного бездействия со стороны человека, он может быть достигнут простой переменой дела. В течение дня работоспособность изменяется. Наиболее плодотворным является *утреннее время (с 8 до 14 часов)*, причем

максимальная работоспособность приходится на период с 10 до 13 часов, затем *послеобеденное* - (с 16 до 19 часов) и *вечернее* (с 20 до 24 часов). Очень трудный для понимания материал лучше изучать в начале каждого отрезка времени (лучше всего утреннего) после хорошего отдыха. Через 1-1,5 часа нужны перерывы по 10 - 15 мин, через 3 - 4 часа работы отдых должен быть продолжительным - около часа.

Составной частью научной организации умственного труда является овладение техникой умственного труда.

Физически здоровый молодой человек, обладающий хорошей подготовкой и нормальными способностями, должен, будучи студентом, отдавать *учению 9-10 часов в день* (из них 6 часов в вузе и 3 - 4 часа дома). Любой предмет нельзя изучить за несколько дней перед экзаменом. Если студент в году работает систематически, то он быстро все вспомнит, восстановит забытое. Если же подготовка шла аврально, то у студента не будет даже общего представления о предмете, он забудет все сданное.

Следует взять за правило: *учиться ежедневно, начиная с первого дня семестра.*

Время, которым располагает студент для выполнения учебного плана, складывается из двух составляющих: одна из них - это аудиторная работа в вузе по расписанию занятий, другая - внеаудиторная самостоятельная работа. Задания и материалы для самостоятельной работы выдаются во время учебных занятий по расписанию, на этих же занятиях преподаватель осуществляет контроль за самостоятельной работой, а также оказывает помощь студентам по правильной организации работы.

Чтобы выполнить весь объем самостоятельной работы, необходимо заниматься по 3 - 5 часов ежедневно. Начинать самостоятельные внеаудиторные занятия следует с первых же дней семестра, пропущенные дни будут потеряны безвозвратно, компенсировать их позднее усиленными занятиями без снижения качества работы и ее производительности невозможно. Первые дни семестра очень важны для того, чтобы включиться в работу, установить определенный порядок, равномерный ритм на весь семестр. Ритм в работе - это ежедневные самостоятельные занятия, желательно в одни и те же часы, при целесообразном чередовании занятий с перерывами для отдыха. Вначале для того, чтобы организовать ритмичную работу, требуется сознательное напряжение воли. Как только человек втянулся в работу, принуждение снижается, возникает привычка, работа становится потребностью.

Если порядок в работе и ее ритм установлены правильно, то студент изо дня в день может работать, не снижая своей производительности и не перегружая себя. Правильная смена одного вида работы другим позволяет отдыхать, не прекращая работы.

Таким образом, первая задача организации внеаудиторной самостоятельной работы – это составление расписания, которое должно отражать время занятий, их характер (теоретический курс, практические занятия, графические работы, чтение), перерывы на обед, ужин, отдых, сон, проезд и т.д. Расписание не предопределяет содержания работы, ее содержание неизбежно будет изменяться в течение семестра. Порядок же следует закрепить на весь семестр и приложить все усилия, чтобы поддерживать его неизменным (кроме исправления ошибок в планировании, которые могут возникнуть из-за недооценки объема работы или переоценки своих сил).

При однообразной работе человек утомляется больше, чем при работе разного характера. Однако не всегда целесообразно заниматься многими учебными дисциплинами в один и тот же день, так как при каждом переходе нужно вновь сосредоточить внимание, что может привести к потере времени. Наиболее целесообразно ежедневно работать не более чем над двумя-тремя дисциплинами.

Начиная работу, не нужно стремиться делать вначале самую тяжелую ее часть, надо выбрать что-нибудь среднее по трудности, затем перейти к более трудной работе. И напоследок оставить легкую часть, требующую не столько больших интеллектуальных усилий, сколько определенных моторных действий (черчение, построение графиков и т.п.).

Самостоятельные занятия потребуют интенсивного умственного труда, который необходимо не только правильно организовать, но и стимулировать. При этом очень важно уметь поддерживать устойчивое внимание к изучаемому материалу. Выработка внимания требует значительных волевых усилий. Именно поэтому, если студент замечает, что он часто отвлекается во время самостоятельных занятий, ему надо заставить себя сосредоточиться. Подобную процедуру необходимо проделывать постоянно, так как это является тренировкой внимания. Устойчивое внимание появляется тогда, когда человек относится к делу с интересом.

Следует правильно организовать свои занятия по времени: 50 минут - работа, 5-10 минут - перерыв; после 3 часов работы перерыв - 20-25 минут. Иначе нарастающее утомление повлечет неустойчивость внимания. Очень существенным фактором, влияющим на повышение умственной работоспособности, являются систематические занятия

физической культурой. Организация активного отдыха предусматривает чередование умственной и физической деятельности, что полностью восстанавливает работоспособность человека.

Самопроверка.

После изучения определенной темы по записям в конспекте и учебнику, а также решения достаточного количества соответствующих задач на практических занятиях и самостоятельно студенту рекомендуется, используя лист опорных сигналов, воспроизвести по памяти определения, выводы формул, формулировки основных положений и доказательств.

В случае необходимости нужно еще раз внимательно разобраться в материале.

Иногда недостаточность усвоения того или иного вопроса выясняется только при изучении дальнейшего материала. В этом случае надо вернуться назад и повторить плохо усвоенный материал. Важный критерий усвоения теоретического материала - умение решать задачи или пройти тестирование по пройденному материалу. Однако следует помнить, что правильное решение задачи может получиться в результате применения механически заученных формул без понимания сущности теоретических положений.

Консультации

Если в процессе самостоятельной работы над изучением теоретического материала или при решении задач у студента возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удастся, необходимо обратиться к преподавателю для получения у него разъяснений или указаний. В своих вопросах студент должен четко выразить, в чем он испытывает затруднения, характер этого затруднения. За консультацией следует обращаться и в случае, если возникнут сомнения в правильности ответов на вопросы самопроверки.

Подготовка к экзаменам и зачетам.

Изучение многих общепрофессиональных и специальных дисциплин завершается экзаменом. Подготовка к экзамену способствует закреплению, углублению и обобщению знаний, получаемых, в процессе обучения, а также применению их к решению практических задач. Готовясь к экзамену, студент ликвидирует имеющиеся пробелы в знаниях, углубляет, систематизирует и упорядочивает свои знания. На экзамене студент демонстрирует то, что он приобрел в процессе обучения по конкретной учебной дисциплине.

Экзаменационная сессия - это серия экзаменов, установленных учебным планом. Между экзаменами интервал 3-4 дня. Не следует думать, что 3-4 дня достаточно для успешной подготовки к экзаменам.

В эти 3-4 дня нужно систематизировать уже имеющиеся знания. На консультации перед экзаменом студентов познакомят с основными требованиями, ответят на возникшие у них вопросы. Поэтому посещение консультаций обязательно.

Требования к организации подготовки к экзаменам те же, что и при занятиях в течение семестра, но соблюдаться они должны более строго. Во-первых, очень важно соблюдение режима дня; сон не менее 8 часов в сутки, занятия заканчиваются не позднее, чем за 2-3 часа до сна. Оптимальное время занятий, особенно по математике - утренние и дневные часы. В перерывах между занятиями рекомендуются прогулки на свежем воздухе, неустойчивые занятия спортом. Во-вторых, наличие хороших собственных конспектов лекций. Даже в том случае, если была пропущена какая-либо лекция, необходимо во время ее восстановить (переписать ее на кафедре), обдумать, снять возникшие вопросы для того, чтобы запоминание материала было осознанным. В-третьих, при подготовке к экзаменам у студента должен быть хороший учебник или конспект литературы, прочитанной по указанию преподавателя в течение семестра. Здесь можно эффективно использовать листы опорных сигналов.

Вначале следует просмотреть весь материал по сдаваемой дисциплине, отметить для себя трудные вопросы. Обязательно в них разобраться. В заключение еще раз целесообразно повторить основные положения, используя при этом листы опорных сигналов.

Систематическая подготовка к занятиям в течение семестра позволит использовать время экзаменационной сессии для систематизации знаний.

Правила подготовки к зачетам и экзаменам:

- Лучше сразу сориентироваться во всем материале и обязательно расположить весь материал согласно экзаменационным вопросам (или вопросам, обсуждаемым на семинарах), эта работа может занять много времени, но все остальное – это уже технические детали (главное – это ориентировка в материале!).

- Сама подготовка связана не только с «запоминанием». Подготовка также предполагает и переосмысление материала, и даже рассмотрение альтернативных идей.

- Готовить «шпаргалки» полезно, но пользоваться ими рискованно. Главный смысл подготовки «шпаргалок» – это систематизация и оптимизация знаний по данному предмету,

что само по себе прекрасно – это очень сложная и важная для студента работа, более сложная и важная, чем простое поглощение массы учебной информации. Если студент самостоятельно подготовил такие «шпаргалки», то, скорее всего, он и экзамены сдавать будет более уверенно, так как у него уже сформирована общая ориентировка в сложном материале.

- Как это ни парадоксально, но использование «шпаргалок» часто позволяет отвечающему студенту лучше демонстрировать свои познания (точнее – ориентировку в знаниях, что намного важнее знания «запомненного» и «тут же забытого» после сдачи экзамена).

- Сначала студент должен продемонстрировать, что он «усвоил» все, что требуется по программе обучения (или по программе данного преподавателя), и лишь после этого он вправе высказать иные, желательны аргументированные точки зрения.

7. Требования к учебно-методическому обеспечению самостоятельной работы студентов

Для нормальной самостоятельной работы студент должен быть обеспечен достаточным количеством учебных пособий разного вида. Чем более разнообразны учебные пособия, тем более успешна будет самостоятельная работа студента, так как каждый может выбрать себе учебное пособие по силам, по склонностям, по материальным возможностям. Должны быть пособия краткие и подробные, с неглубокими и глубокими теоретическими обоснованиями, теоретического и практического содержания. Нужны справочники, конспекты-справочники, учебники. Часть учебных пособий должна находиться в учебной студенческой библиотеке, часть пособий студент должен иметь возможность купить для личного пользования в книжном магазине учебного заведения. Основная часть учебных пособий должна быть в бумажном виде (книги, брошюры, чертежи и т.д.).

Наряду с ними нужно создавать, накапливать в учебных фондах и продавать учебные пособия электронного вида. Этот вид учебных пособий в обозримом будущем не может стать основным и вряд ли когда-нибудь станет. Это – вспомогательные, дополнительные учебные пособия, используемые в основном для заочного, дистанционного образования. Количество учебных пособий в учебном фонде библиотеки должно быть таким, чтобы каждый студент мог получить хотя бы один из рекомендованных учебников.

Многоуровневая система высшего образования должна предоставлять человеку условия для развития его потенциальных возможностей и наиболее полного удовлетворения потребности личности в самореализации. Поэтому на каждом из уровней подготовки самостоятельная работа студентов (СРС) есть обязательное условие, которое должно быть соблюдено для достижения проектируемых результатов обучения. Правильная (психологически и дидактически обоснованная) организация СРС при изучении каждой дисциплины – это один из основных педагогических путей развития и становления творческих качеств личности учащегося на каждом уровне обучения.

Из дидактики следует, что для непрерывного развития учащегося и становления его как творческой личности все элементы содержания образования (знания, умения и навыки, опыт творческой и оценочной деятельности), выделенные в рамках определенной дисциплины, должны быть им усвоены с установкой на перенос и активное использование. Поэтому на первом уровне обучения каждого студента по каждой учебной дисциплине нужно снабдить комплектом учебно-методических материалов, помогающих ему организовывать самостоятельную работу. В такой комплект обязательно должны входить: программа, адаптированная для студента; учебная литература (учебник, задачник, руководство по выполнению лабораторных работ); система заданий для самостоятельной работы студентов; методические указания по организации самостоятельной работы при выполнении заданий по разным видам занятий, включая и курсовые работы (проекты).

На втором и третьем уровнях обучения их следует снабдить методическими указаниями по выполнению выпускной работы, завершающей подготовку специалиста. Программа должна содержать: обоснование необходимости изучения дисциплины, написанное в убеждающей и понятной для студентов форме; четкую формулировку цели изучения и задач, которые должны быть решены для достижения общей цели; последовательность тем и разделов курса дисциплины, обязательных для данного направления подготовки; перечень видов деятельности, которые должен освоить студент, выполняя задания по дисциплине; перечни методологических и предметных знаний, общеобразовательных и специальных умений (с указанием уровня их усвоения), которыми необходимо овладеть в процессе изучения данной дисциплины; сроки и способы текущего, рубежного и итогового контроля уровня усвоения знаний сформированности умений.

Учебная литература по содержанию и последовательности представления материала должна соответствовать программе. Объем, научный уровень и стиль изложения должны

позволять каждому студенту самостоятельно усвоить приведенный в ней материал за время, отведенное на его изучение, и овладеть знаниями, умениями, видами деятельности, перечисленными в программе. Для обеспечения терминологической однозначности в системе знаний, усваиваемых студентом, каждое учебное пособие (или другой вид учебной литературы) должно содержать словарь основных терминов, используемых в нем.

Задания для самостоятельной работы должны быть конкретными. Их содержание, соответствуя программе, должно знакомить студентов с современными методами решения задач данной дисциплины.

Структура заданий должна соответствовать принципу доступности: от известного к неизвестному и от простого к сложному, а трудоемкость – времени, выделенному программой на самостоятельную работу по изучению данной темы. В заданиях следует указывать знания и умения, которыми должен овладеть студент по мере их выполнения. Кроме того, в них нужно включать вопросы для самоконтроля и взаимного контроля, тесты и контрольные вопросы для оценки и самооценки уровня усвоения знаний, сформированности умений.

Методические указания по организации СРС на каждом уровне обучения должны способствовать непрерывному развитию у них рациональных приемов познавательной деятельности в процессе изучения конкретных дисциплин. Основное назначение всех методических указаний – дать возможность каждому студенту перейти от деятельности, выполняемой под руководством преподавателя, к деятельности, организуемой самостоятельно, к полной замене контроля со стороны преподавателя самоконтролем. Поэтому они должны содержать подробное описание рациональных приемов выполнения перечисленных видов деятельности, критериев оценки выполненных работ, а также рекомендации по эффективному использованию консультаций и по работе при подготовке и сдаче экзаменов.

Каждый из названных учебно-методических материалов влияет в большей степени на один из этапов усвоения знаний и видов деятельности, но одновременно способствует осуществлению других этапов и более полной реализации их задач.

Так, программа с четко выделенной целью и перечнем задач, влияющих на ее достижение, определяет мотивационный этап и способствует организации деятельности на всех остальных, указывая последовательность изучаемых разделов, сроки контроля. Учебная литература служит информационной основой, прежде всего для ориентировочного

этапа. В то же время работа с литературой усиливает мотивацию, если изложение материала по уровню сложности соответствует зоне ближайшего развития студента; помогает осуществлению исполнительского и контрольного этапов, если в ней указаны особенности выполнения заданий, даны контрольные вопросы.

Задания для самостоятельной работы организуют исполнительский этап, задавая последовательность видов деятельности, необходимых для усвоения знаний и приобретения умений. Так как задания содержат средства контроля, то они определяют и контрольный этап.

Вопросы и задачи в заданиях требуют от студента не только воспроизведения знаний, но и проявления творчества, формируют и развивают его опыт творческой деятельности. Это расширяет основы мотивации, усиливает и укрепляет ее. В целом содержание и структура заданий, отвечающих перечисленным требованиям, позволяет регулярно занимающимся студентам получать удовлетворение от самостоятельно выполненной работы. Такой эмоциональный фон, в свою очередь, формирует положительное отношение к выполненному делу, а через него – и к изучаемой дисциплине.

Методические указания по организации СРС способствуют грамотному и рациональному осуществлению исполнительского этапа, обеспечивают контрольный этап. Для этого виды деятельности, активно используемые при изучении дисциплины, должны быть подробно описаны в указаниях с выделением последовательности действий и даже операций. В этом случае сами виды деятельности становятся предметом изучения, что дает верное направление ориентировочному этапу и, безусловно, усиливает мотивацию обучения. Работа студентов с такими методическими указаниями позволяет им уже при изучении общенаучных дисциплин усвоить полную и обобщенную ориентировочную основу для каждого из таких видов деятельности, как работа с литературой, проведение эксперимента, решение задач.

Таким образом, создание для каждой учебной дисциплины рассмотренного комплекта учебно-методических материалов обеспечивает обязательные этапы усвоения знаний, видов деятельности, опыта творчества. Снабжение таким комплектом каждого студента – необходимое условие полной реализации в процессе обучения всех возможностей СРС как вида познавательной деятельности, метода и средства учения и преподавания.

8. Самостоятельная работа студента - необходимое звено становления исследователя и специалиста

Прогресс науки и техники, информационных технологий приводит к значительному увеличению научной информации, что предъявляет более высокие требования не только к моральным, нравственным свойствам человека, но и в особенности, постоянно возрастающие требования в области образования – обновление, модернизация общих и профессиональных знаний, умений специалиста.

Всякое образование должно выступать как динамический процесс, присущий человеку и продолжающийся всю его жизнь. Овладение научной мыслью и языком науки является необходимой составляющей в самоорганизации будущего специалиста исследователя. Под этим понимается не столько накопление знаний, сколько овладение научно обоснованными способами их приобретения. В этом, вообще говоря, состоит основная задача вуза.

Специфика вузовского учебного процесса, в организации которого самостоятельной работе студента отводятся все больше места, состоит в том, что он является как будто бы последним и самым адекватным звеном для реализации этой задачи. Ибо во время учебы в вузе происходит выработка стиля, навыков учебной (познавательной) деятельности, рациональный характер которых будет способствовать постоянному обновлению знаний высококвалифицированного выпускника вуза.

Однако до этого пути существуют определенные трудности, в частности, переход студента от синтетического процесса обучения в средней школе, к аналитическому в высшей. Это связано как с новым содержанием обучения (расширение общего образования и углубление профессиональной подготовки), так и с новыми, неизвестными до сих пор формами: обучения (лекции, семинары, лабораторные занятия и т.д.). Студент получает не только знания, предусмотренные программой и учебными пособиями, но он также должен познакомиться со способами приобретения знаний так, чтобы суметь оценить, что мы знаем, откуда мы это знаем и как этого знания мы достигли. Ко всему этому приходят через собственную самостоятельную работу.

Это и потому, что самостоятельно приобретенные знания являются более оперативными, они становятся личной собственностью, а также мотивом поведения, развивают интеллектуальные черты, внимание, наблюдательность, критичность, умение

оценивать. Роль преподавателя в основном заключается в руководстве накопления знаний (по отношению к первокурсникам), а в последующие годы учебы, на старших курсах, в совместном установлении проблем и заботе о самостоятельных поисках студента, а также контролирования за их деятельностью. Отметим, что нельзя ограничиваться только приобретением знаний предусмотренных программой изучаемой дисциплины, надо постоянно углублять полученные знания, сосредотачивая их на какой-нибудь узкой определенной области, соответствующей интересам студента. Углубленное изучение всех предметов, предусмотренных программой, на практике является возможным, и хорошая организация работы позволяет экономить время, что создает условия для глубокого, систематического, заинтересованного изучения самостоятельно выбранной студентом темы.

Конечно, все советы, примеры, рекомендации в этой области, даваемые преподавателем, или определенными публикациями, или другими источниками, не гарантируют никакого успеха без проявления собственной активности в этом деле, т.е. они не дают готовых рецептов, а должны способствовать анализу собственной работы, ее целей, организации в соответствии с индивидуальными особенностями. Учитывая личные возможности, существующие условия жизни и работы, навыки, на основе этих рекомендаций, возможно, выработать индивидуально обоснованную совокупность методов, способов, найти свой стиль или усовершенствовать его, чтобы изучив определенный материал, иметь время оценить его значимость, пригодность и возможности его применения, чтобы, в конечном счете, обеспечить успешность своей учебы с будущей профессиональной деятельностью.

Список используемой литературы

1. ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ СТАНДАРТ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ направление подготовки бакалавриата 05.03.06 Экология и природопользование
2. Методические рекомендации для студентов по организации самостоятельной работы./ ГОУ ВПО «Московский государственный гуманитарный университет им. М.А. Шолохова». 2010г

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Б1.О.21 МАРКШЕЙДЕРСКОЕ ДЕЛО

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль)
Электрификация и автоматизация горного производства

Автор: Голубко Б. П., доцент, канд. техн. наук, Вахонина Ю. Х., старший преподаватель

Одобен на заседании кафедры

Маркшейдерского дела

(название кафедры)

Зав. кафедрой

(подпись)

Жабко А.В.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 22.09.2023

(Дата)

Рассмотрены методической комиссией
факультета

Горно-механического

(название факультета)

Председатель

(подпись)

Осипов П. А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 20.10.2023

(Дата)

Екатеринбург

ВВЕДЕНИЕ

Методические рекомендации для обучающихся по освоению учебной дисциплины

В процессе изучения учебной дисциплины следует:

1. Ознакомиться с рабочей учебной программой дисциплины. Рабочая учебная программа содержит перечень тем, которые необходимо изучить, планы лекционных и практических занятий, вопросы к текущей и промежуточной аттестации, перечень основной, дополнительной литературы и ресурсов информационно-коммуникационной сети «Интернет».
2. Ознакомиться с календарно-тематическим планом самостоятельной работы обучающихся.
3. Посещать теоретические (лекционные) и практические занятия.
4. При подготовке к практическим занятиям, а также при выполнении самостоятельной работы следует использовать методические указания для обучающихся.

При подготовке к практическим занятиям требуется:

- изучить теоретический материал, используя основную и дополнительную литературу, электронные ресурсы;
- выполнить расчетно-графические работы;
- ответить на вопросы опросного списка.

Изучение дисциплины производится в тематической последовательности. Самостоятельному изучению материала, как правило, предшествует лекция. На лекции даются указания по организации самостоятельной работы, срокам сдачи заданий, порядке проведения зачета. Информацию о графике выполнения самостоятельных работ и критериях оценки учебной работы студента преподаватель сообщает на первой лекции курса.

Для организации и контроля учебной работы студентов используется проверка расчетно-графических работ, опрос, контрольная работа. Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов (СРС) - обязательная и неотъемлемая часть учебной работы студента по данной учебной дисциплине. Объемы и виды трудозатрат по всем отдельным видам представлены в разделе 7. Общие планируемые затраты времени на выполнение всех видов аудиторных и внеаудиторных заданий соответствуют бюджету времени работы студентов, предусмотренному учебными планами по дисциплине в текущем семестре.

Перечни аудиторных и внеаудиторных занятий и заданий (расчетно-графические работы), вносимых в графики СРС, определяются в соответствии с программой учебной дисциплины.

Работа с книгой

Изучать курс рекомендуется по темам, предварительно ознакомившись с содержанием каждой из них по программе. При первом чтении следует стремиться к получению общего представления об излагаемых вопросах, а также отмечать трудные или неясные моменты. При повторном изучении темы необходимо освоить все теоретические положения, математические зависимости и их выводы, а также принципы составления уравнений реакций. Рекомендуется вникать в сущность того или иного вопроса, но не пытаться запомнить отдельные факты и

явления. Изучение любого вопроса на уровне сущности, а не на уровне отдельных явлений способствует более глубокому и прочному усвоению материала.

Для более эффективного запоминания и усвоения изучаемого материала, полезно иметь рабочую тетрадь (можно использовать лекционный конспект) и заносить в нее формулировки законов и основных понятий химии, новые незнакомые термины и названия, формулы и уравнения реакций, математические зависимости и их выводы и т.п. Весьма целесообразно пытаться систематизировать учебный материал, проводить обобщение разнообразных фактов, сводить их в таблицы. Такая методика облегчает запоминание и уменьшает объем конспектируемого материала.

Изучая курс, полезно обращаться и к предметному указателю в конце книги. Пока тот или иной раздел не усвоен, переходить к изучению новых разделов не следует. Краткий конспект курса будет полезен при повторении материала в период подготовки к экзамену.

Изучение курса должно обязательно сопровождаться выполнением упражнений и решением задач. Решение задач - один из лучших методов прочного усвоения, проверки и закрепления теоретического материала. Этой же цели служат вопросы для самопроверки и тренировочные тесты, позволяющие контролировать степень успешности изучения учебного материала.

Консультации

Изучение дисциплины проходит под руководством преподавателя на базе делового сотрудничества. В случае затруднений, возникающих при изучении учебной дисциплины, студентам следует обращаться за консультацией к преподавателю, реализуя различные коммуникационные возможности: очные консультации (непосредственно в университете в часы приема преподавателя), заочные консультации (посредством электронной почты).

САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ТЕМ КУРСА

При самостоятельном изучении теоретического курса студентам необходимо: самостоятельно освоить и проработать темы теоретического курса в соответствии с учебной программой дисциплины, основательно подготовить ответы на вопросы, приведенные после каждой темы.

Самостоятельно изучаемые вопросы курса в последующем включаются в экзаменационные билеты.

ПОВТОРЕНИЕ МАТЕРИАЛА ЛЕКЦИЙ

Для приобретения прочных знаний и выработки навыков самостоятельной работы по учебной дисциплине «Маркшейдерское дело» необходимо повторить материал лекционных занятий, а также прочитать основную и дополнительную литературу, рекомендованную для самостоятельного изучения по данной дисциплине [1-5]. Работа с материалом должна носить системный характер.

ПОДГОТОВКА К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

Для успешной подготовки к практическим занятиям студенту невозможно ограничиться слушанием лекций. Требуется предварительная самостоятельная работа студентов по теме планируемого занятия. Не может быть и речи об эффективности занятий, если студенты предварительно не поработают над конспектом, учебником, учебным пособием, чтобы основательно овладеть теорией вопроса.

ПОДГОТОВКА К ОПРОСУ

Тема 1: Содержание и задачи дисциплины

1. Основные задачи маркшейдерского дела.
2. Основная цель маркшейдерских работ.
3. Какие особенности ведения маркшейдерских работ?
4. Какие разделы геодезии необходимо знать для изучения дисциплины?
5. Основные исторические этапы развития маркшейдерии.
6. Какова структура маркшейдерских отделов?

Тема 2: Опорные маркшейдерские сети на карьерах

1. Опорные маркшейдерские сети – цель и задачи.
2. Что является главной геометрической основой всех видов съемки горного предприятия?
3. Назовите исходные пункты для построения маркшейдерских опорных сетей.
4. Кем создаются маркшейдерские опорные сети?
5. Какие основные методы создания опорных сетей?
6. Как закрепляются центры опорных сетей?
7. Какой класс точности координат центров опорных сетей?

Тема 3: Создание съёмочных маркшейдерских сетей на карьерах

1. Каковы цель и задачи съёмочных маркшейдерских сетей?
2. Кем создаются съёмочные сети на карьерах?

3. Назовите основные требования к созданию и реконструкции съемочных сетей?
4. Как подразделяются съемочные маркшейдерские сети?
5. От чего зависит выбор способа создания съемочных сетей?
6. Как закрепляются пункты съемочных сетей?
7. Назовите классические способы создания съемочных сетей.

Тема 4: Маркшейдерская съемка карьеров и отвалов

1. Назовите цель и задачи маркшейдерской съемки на карьерах и отвалах.
2. Какие способы съемки на карьерах и отвалах?
3. Какова периодичность съемки на карьерах и отвалах?
4. В каких масштабах выполняется маркшейдерская съемка на карьерах?
5. Каковы особенности и перспективы аэрофотограмметрической съемки карьеров?
6. Каковы особенности и перспективы наземной фотограмметрической съемки карьеров?
7. Каковы особенности и перспективы маркшейдерской съемки с использованием лазерного сканирования?

Тема 5: Маркшейдерские работы при обеспечении буровзрывных работ

1. Каковы цель и задачи маркшейдерских работ при обеспечении буровзрывных работ?
2. Назовите маркшейдерские работы до производства буровзрывных работ.
3. Какие маркшейдерские работы при производстве бурения взрывных скважин?
4. Назовите маркшейдерские работы после производства взрывных работ в карьере.
5. Какие основные задачи маркшейдера при составлении плана – проекта на буровзрывные работы?
6. Какие способы выноса в натуру взрывных скважин в карьере?
7. Какие способы маркшейдерского контроля глубины и сетки взрывных скважин?

Тема 6: Маркшейдерские работы при проходке траншей

1. Главная цель и задачи маркшейдера при проходке траншей.
2. Какие горно-графические материалы составляются для проходки траншей?
3. Методика расчета элементов параметра траншеи.
4. Способы привязки и выноса в натуру параметров траншеи.
5. Способы задания направления оси и параметров траншеи.
6. Методика расчета уклона трассы траншеи.
7. Маркшейдерский контроль проходки оси и параметров траншеи.

Тема 7: Маркшейдерские работы при дражном и гидравлическом способах разработки

1. Какими методами создаются опорные и съемочные сети на полигонах?
2. Как контролируется процесс строительства драги?
3. Как контролируется процесс добычи песков?
4. Какие способы измерения глубины черпанья драги?

5. Какие способы маркшейдерской съемки на полигонах?
6. Маркшейдерский контроль объемов добычи дражных полигонов.
7. Маркшейдерский контроль объемов добычи гидравлических полигонов.

Тема 8: Применение спутниковой геодезии на карьерах

1. Назовите основной принцип спутниковой геодезии.
2. Какие основные спутниковые системы применяются в маркшейдерии?
3. Какие в области спутниковых технологий маркшейдерских работ существуют схемы?
4. Дайте краткую характеристику навигационных спутников.
5. Что такое сегмент наземного контроля к управлению спутниковой системы?
6. Что такое технология дифференциальной GPS для определения точных координат пунктов?
7. Назовите схемы создания опорных, съемочных сетей и маркшейдерской съемки с использованием спутниковой геодезии.

Тема 9: Маркшейдерские работы при рекультивации земель на горных предприятиях

1. Основные задачи маркшейдерской службы при рекультивационных работах.
2. Методы планового съемочного обоснования для производства маркшейдерских работ.
3. Методы высотного съемочного обоснования для производства маркшейдерских работ.
4. Методы прогнозирования нарушенности земной поверхности и планирования работ.
5. Маркшейдерские работы при засыпке отработанных карьеров.
6. Маркшейдерские работы по реализации агрохимического плана.
7. Маркшейдерские работы при рекультивации породных отвалов.

Тема 10: Маркшейдерские подземные опорные сети

1. Цель и задачи маркшейдерских подземных опорных сетей.
2. Способы создания опорных подземных сетей.
3. Основные требования при создании и реконструкции подземных опорных сетей.
4. Закрепление пунктов подземных опорных сетей.
5. Методика и требования при измерении углов и длин подземных опорных сетей.
6. Методика и способы определения высотной отметки пунктов подземных опорных сетей.
7. Оценка точности определения плановых координат и высотной отметки пунктов подземных опорных сетей.

Тема 11: Маркшейдерская съемка в подземных горных выработках

1. Цель и задачи маркшейдерской съемки подземных горных выработок.
2. Способы создания и реконструкции маркшейдерских съемочных сетей.
3. Закрепление пунктов подземных съемочных сетей.
4. Методика и требования при измерении углов и длин съемочных сетей.

5. Цель и задачи маркшейдерской съемки контуров подземных горных выработок.
6. Схемы и методика производства маркшейдерской съемки контуров подземных горных выработок.
7. Камеральная обработка и оценка точности съемочных сетей и съемки контуров подземных горных выработок.

Тема 12: Геометрический способ ориентирования подземных горных выработок

1. Цель и задачи геометрического способа ориентирования.
2. Практическое значение геометрического способа ориентирования.
3. Какие способы ориентирования в зависимости от схемы вскрытия месторождения?
4. Методика и схемы ориентирования через наклонный ствол или штольню.
5. Схема ориентирования через один вертикальный ствол.
6. Схема ориентирования через два вертикальных ствола.
7. Оценка точности геометрических способов ориентирования.

Тема 13: Гироскопический способ ориентирования подземных горных выработок

1. Цель и задачи гироскопического способа ориентирования.
2. Практическое значение гироскопического способа ориентирования.
3. Какие схемы гироскопического ориентирования в зависимости от схемы вскрытия месторождения?
4. Методика и схема гироскопического ориентирования через один вертикальный ствол.
5. Методика и схема гироскопического ориентирования через два вертикальных ствола.
6. Основные понятия теории гироскопического ориентирования.
7. Схема и методика определения поправки гирокомпаса.

Тема 14: Вертикальная соединительная съемка подземных горных выработок

1. Цель и задачи вертикальной соединительной съемки.
2. Практическое значение вертикальной соединительной съемки.
3. Какие методы и схемы передачи высотной отметки в шахту?
4. Методика и схема передачи высотной отметки в шахту глубиномером ДА-2.
5. Методика и схема передачи высотной отметки в шахту шахтной лентой или рулеткой.
6. Методика и схема передачи высотной отметки в шахту светодальномером или лазерной рулеткой.
7. Оценка точности вертикальной соединительной съемки.

ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

При подготовке к экзамену по дисциплине «Маркшейдерское дело» обучающемуся рекомендуется:

Повторить пройденный материал и ответить на вопросы, используя конспект и материалы лекций. Если по каким-либо вопросам у студента недостаточно информации в лекционных материалах, то необходимо получить информацию из раздаточных материалов и/или учебников (литературы), рекомендованных для изучения дисциплины «Маркшейдерское дело»

Целесообразно также дополнить конспект лекций наиболее существенными и важными тезисами для рассматриваемого вопроса.

Рекомендуемая литература

1. Голубко Б.П. Часть 1. Маркшейдерские работы на карьерах и разрезах: Учебное пособие. – Екатеринбург: Изд. УГГУ, 2010. –212 с.
2. Голубко Б.П. Маркшейдерия. Решение типовых маркшейдерских задач при разработке месторождений открытым способом: Учебное пособие. – Екатеринбург: Изд. УГГУ, 2018. – 71с.
3. Маркшейдерия. Часть 1. Маркшейдерские работы на карьерах и разрезах: учебное пособие/ Б.П. Голубко, В.А. Гордеев, В.Н. Яковлев. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2010. – 212 с.
4. Маркшейдерское дело. Учебник для Вузов. Под ред. Д.Н.Оглоблина, Г.И. Герасименко, А.Г. Акимова и др. М.: Недра, 1981.
5. Маркшейдерия. Решение типовых маркшейдерских задач при разработке месторождений полезных ископаемых подземным способом. Учебное пособие. Б.П. Голубко, Г.В. Земских, О.С. Раева // Екатеринбург, УГГУ, 2017 – 98 с.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-методическому комплексу _____ Упоров С.А.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ
И ЗАДАНИЯ**

ГОРНОПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль)
Электрификация и автоматизация горного производства

Автор(ы) Цейтлин Е. М., доцент, к. г. м. н.,
Студенок Г. А., доцент, к. т. н.

Одобрена на заседании кафедры

Инженерной экологии

(название кафедры)

Зав. кафедрой

(подпись)

Хохряков А.В.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 20.09.2023

(Дата)

Рассмотрена методической комиссией

Горно-механического факультета

(название факультета)

Председатель

(подпись)

Осипов П.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 20.10.2023

(Дата)

Екатеринбург

ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

В процессе изучения дисциплины «Горнопромышленная экология» студенты должны изучить теоретический материал, выполнить контрольную работу и другие, предусмотренные рабочей программой дисциплины, самостоятельные задания. По окончании изучения дисциплины предусмотрен экзамен.

Занятия по дисциплине «Горнопромышленная экология» проводятся в форме лекций и практических (семинарских) занятий.

Цель лекции – формирование основы для последующего усвоения учебного материала.

Цель практических и семинарских занятий – оказание помощи студентам в изучении наиболее важных вопросов учебного курса, углубление и закрепление, систематизация соответствующих знаний студентов по предмету.

При изучении дисциплины «Горнопромышленная экология» важную роль играет самостоятельная работа студентов, которая заключается в организации систематического изучения учебной дисциплины, закреплении и углублении полученных знаний и навыков, подготовке к предстоящим занятиям, а также в формировании культуры умственного труда и самостоятельном поиске новых знаний.

Для успешного изучения дисциплины и приобретения компетенций (см. программу дисциплины) студенты должны посетить аудиторные занятия, повторить материалы лекций, провести подготовку к практическим и семинарским занятиям, самостоятельно прочитать рекомендуемую основную и дополнительную литературу, подобрать и ознакомиться с понятийным аппаратом.

Выбор литературы для изучения делается обычно по программе дисциплины либо путем самостоятельного отбора.

Во время изучения литературы необходимо конспектировать и делать записи прочитанного. Такие записи способствуют лучшему осмыслению и усвоению, выработке навыков кратко и точно излагать материал.

Вся рекомендуемая для изучения курса литература подразделяется на основную и дополнительную. К основной литературе относятся источники, необходимые для полного и твердого усвоения учебного материала (учебники и учебные пособия). Необходимость изучения дополнительной литературы диктуется прежде всего тем, что в учебниках зачастую остаются неосвещенными современные проблемы, а также не находят отражения изменения в законодательстве и тенденции практики. Поэтому дополнительная литература рекомендуется для более углубленного изучения программного материала.

Перечень вопросов, подлежащий изучению, приведен в программе курса.

Теоретические знания, полученные в ходе прослушивания лекций, изучения основной и дополнительной литературы, участие в семинарских и практических занятиях позволяют студентам формировать всю полноту и объективность знаний.

Выполняя контрольную работу, другие письменные задания, студент учится самостоятельно работать с основной и дополнительной литературой, выявлять наиболее важные аспекты, углубленно и более детально изучать материалы по дисциплине и расширять свой кругозор.

Практические задачи, составляющие содержание практических занятий, контрольной работы и других письменных заданий, помогут выработать умения и навыки применения теоретических знаний.

Кроме того, студентам предлагается выполнить тест для самопроверки и самоконтроля, ответ на который после изучения отдельных тем курса и курса в целом позволят студенту проверить полученные знания.

При постоянном, последовательном изучении всех тем дисциплины, активной работе на лекциях и практических (семинарских) занятиях студенту удастся полностью освоить изучаемый предмет.

Степень и качество освоения курса будет зависеть от самодисциплины.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОТДЕЛЬНЫМ ВИДАМ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Самостоятельная работа студента состоит из следующих видов работ:

- повторение материалов лекций;
- самостоятельное изучение отдельных тем курса;
- ответы на вопросы для самопроверки (самоконтроля);
- подготовка к устному опросу;
- подготовка к докладу;
- работа с порталом электронных образовательных ресурсов;
- работа с литературой и интернет-ресурсами;
- тестирование.

Повторение материалов лекций предполагает их прочтение, запоминание основных терминов и определений, разбор смысла и содержания основных понятий, подготовку (запись) вопросов, которые остались неясными, непонятными. Поскольку не все важные вопросы достаточно полно раскрываются в лекциях, студент должен самостоятельно работать с учебными пособиями, дополняя конспект лекций.

Самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины предполагает чтение основной и дополнительной литературы по соответствующей теме, изучение научных статей и материалов, подготовку конспекта.

Ответы на вопросы для самопроверки и для подготовки к устному опросу позволяют оценить объем теоретических знаний. Ответы на все вопросы позволяют перейти к материалам для практических и семинарских занятий. Если ответить на вопрос затруднительно, следует повторить теоретический материал и найти ответ в лекциях, дополнительной литературе.

Работа с порталом электронных образовательных ресурсов предполагает регулярное использование студентом различных учебно-методических материалов, размещенных на портале.

Работа с литературой и интернет-ресурсами дополняет учебную работу на лекциях и практических (семинарских) занятиях. Для начала рекомендуется изучение тех источников, которые указаны преподавателем, при необходимости следует расширить круг изучаемых источников. Работа с информацией - поиск информации в библиотеке, Интернете, отбор информации для решения конкретной учебной задачи. При работе с интернет-ресурсами следует иметь в виду, что качество некоторых материалов может быть не соответствующим необходимому уровню.

Тестирование позволяет провести проверку знаний отдельных тем курса и всей дисциплины в целом.

Выполнение домашних заданий предусмотрено в следующей форме:

Подготовка к докладу – подготовка доклада на определенную тему, включающего обзор соответствующих литературных и других источников или краткое изложение книги, научной работы, статьи, исследования;

Конкретные виды заданий по дисциплине «Горнопромышленная экология» указаны далее.

Важнейшее требование для всех письменных работ - самостоятельность их выполнения.

Добросовестное выполнение данных методических указаний будет способствовать усвоению знаний, приобретению навыков практической деятельности, формированию указанных в программе учебной дисциплины компетенций.

Тема 1. Воздействие антропогенных факторов горного производства на подсистемы биосферы.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания

Домашнее устное задание:

1. Повторение материала лекций:

– прочитать раздел 1 учебного пособия: Обеспечение экологической безопасности в промышленности: учебно-методическое пособие/ А.В.Хохряков, А.Г.Студенок, И.В.Медведева, А.М.Ольховский, В.Г.Альбрехт, Е.А.Летучая, А.Ф.Фадеев, О.А. Москвина, Е.М. Цейтлин, Г.А. Студенок; Институт инженерной экологии УГГУ. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2017.

– прочитать главу 1 учебного пособия: Промышленная экология : учебное пособие / В. А. Зайцев. - Москва : БИНОМосква Лаборатория знаний, 2013. - 382 с

2. Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое безотходные технологии?
2. В чём заключается загрязнение окружающей среды от горнопромышленных производств?
3. Какие существуют компоненты земной атмосферы?
4. Назовите основные пути решения экологических проблем.

Задания для тестирования:

Инструкция. Внимательно прочитайте вопрос и варианты ответов. Из предложенных ответов правильный только один.

На листе бумаги напишите тему, номера вопросов и проставьте рядом номер правильного ответа или впишите словами.

1. Как правильно оценивается эффективность экологической охраны окружающей среды?

- как системный показатель прибыли, полученный от сохранения чистоты продуктивности природной среды, являющейся индикатором здоровья людей и продолжительность их жизни;
- как системный показатель прибыли, полученный от сохранения и рационального использования природных ресурсов и естественных условий;
- как показатель эколого–социально–экономической прибыли, понимаемый как конечный результат природоохранных мероприятий.

2. Какую роль в управлении и экономическом регулировании экологической охраны природы и окружающей среды играют кадастры и реестры природных ресурсов?

- введение стимулирующих льготных налогов, цен на экологически чистую продукцию;
- дифференцирование взимания платы за пользование природными ресурсами с учетом ренты;
- установление нормативных налоговых и других видов платежей, штрафных санкций за загрязнение окружающей среды.

3. Расставьте по степени снижения их вредного воздействия на окружающую среду виды транспорта:

- ракетно-космический;
- водный;
- авиационный;
- железнодорожный;
- автомобильный;
- трубопроводный.

4. Расставьте в последовательности увеличения экологической нагрузки на окружающую среду объекты топливно-энергетического комплекса:

- ТЭС, сжигающие уголь и горючие сланцы;
- геотермальные электростанции;
- ТЭС, сжигающие нефтепродукты;
- ТЭС, сжигающие газ;
- АЭС, при их безаварийной работе.

- 5. Что такое экологический фактор?**
- 6. Что представляют собой абиотические факторы?**
- 7. Антропогенные факторы это...**
- 8. Каким геологическим процессам подвергаются отвалы техногенных пород?**
- а) выветривания;
 - б) испарению;
 - в) водной и ветровой эрозии.
- 9. Какие геохимические изменения природы вод происходят в результате разработки сульфидных месторождений?**
- а) накопление тяжёлых металлов;
 - б) условия миграции химических элементов;
 - в) рассеяние тяжёлых металлов.
- 10. К каким изменениям приводит разработка месторождений нефти на шельфе?**

Тема 2. Взаимодействие природных и техногенных процессов, преобразование вещества и энергии в горном производстве.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания

Домашнее устное задание:

1. Повторение материала лекций:

– прочитать раздел 2 учебного пособия: Обеспечение экологической безопасности в промышленности: учебно-методическое пособие/ А.В.Хохряков, А.Г.Студенок, И.В.Медведева, А.М.Ольховский, В.Г.Альбрехт, Е.А.Летучая, А.Ф.Фадеев, О.А. Москвина, Е.М. Цейтлин, Г.А. Студенок; Институт инженерной экологии УГГУ. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2017.

– прочитать главу 2 учебного пособия: Промышленная экология : учебное пособие / В. А. Зайцев. - Москва : БИНОМосква Лаборатория знаний, 2013. - 382 с

2. Вопросы для самоконтроля и для подготовки к устному опросу:

1. Как промышленное производство воздействует на окружающую среду?
2. Назовите принципы нормирования техногенного воздействия промышленности на окружающую среду.
3. Какие существуют требования к технологическим процессам горного производства?
4. Какие существуют требования к аппаратному оформлению, сырью, энергоресурсам и готовой продукции?

Задания для тестирования:

Инструкция. Внимательно прочитайте вопрос и варианты ответов. Из предложенных ответов правильный только один.

На листе бумаги напишите тему, номера вопросов и проставьте рядом номер правильного ответа или впишите словами.

1. Выветривание горных пород, связанное с круговоротом воды, называется..

2. Основные горные породы земли и металлы, слагающие земную кору- это..

3. Наибольшую опасность представляет нарушение герметичности сосуда хранения жидкостей 1 и 2 категории (правильный ответ):

А. выше уровня жидкости; Б. ниже уровня жидкости;

В. отказ предохранительного клапана.

4. Взрывом называют:

А. Внезапное высвобождение энергии, сопровождающееся быстрым увеличением давления в ограниченном пространстве;

Б. Внезапное высвобождение энергии, сопровождающееся изменением состояния вещества;

В. Сильный и шумный хлопок, связанный с нагнетанием и сбросом давления.

5.Что из нижеперечисленного является основным поражающим фактором при взрыве?

А. Тепловая энергия;

Б. Ударная волна;

В. Звуковая волна.

6. Какие виды взрывов бывают? (согласно классификации)

7. К легко воспламеняющимся жидкостям относятся ...

8. Взрыв расширяющихся паров вскипающей жидкости происходит при(выберите правильный ответ):

А. Разгерметизации сосуда под давлением;

Б. Нахождении сосуда под давлением в зоне пожара;

В. Разлитии воспламеняющегося вещества

9. Физические характеристики токсичных веществ (выберите неправильный ответ):

А. Способность к рассеиванию;

Б. Стойкость;

В. Гидрофильность.

Тема 3. Оценка воздействия на окружающую среду горных предприятий. Разделы ООС и ОВОС в проектной документации.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания

Домашнее устное задание:

1. Повторение материала лекций:

– прочитать раздел 3 учебного пособия: Обеспечение экологической безопасности в промышленности: учебно-методическое пособие/ А.В.Хохряков, А.Г.Студенок, И.В.Медведева, А.М.Ольховский, В.Г.Альбрехт, Е.А.Летучая, А.Ф.Фадеев, О.А. Москвина, Е.М. Цейтлин, Г.А. Студенок; Институт инженерной экологии УГГУ. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2017.

- ознакомиться со следующими нормативно-правовыми документами:

Закон «Об охране окружающей природной среды»	Верховный Совет РФ с изменениями на 27 декабря 2018 года
Об утверждении Положения об оценке воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду в Российской Федерации	Приказ Госкомэкологии РФ от 16.05.2000 N 372. Зарегистрировано в Минюсте РФ 04.07.2000 N 2302
Закон «Об экологической экспертизе»	Законодательное Собрание РФ

2. Вопросы для самоконтроля и для подготовки к устному опросу:

1. Что такое оценка воздействия на окружающую среду?
2. В чём заключается государственная экологическая экспертиза?
3. Сколько этапов в себя включает ОВОС?
4. В чём заключается экологическая экспертиза и экологический аудит? В чём их различие?

Задания для тестирования:

Инструкция. Внимательно прочитайте вопрос и варианты ответов. Из предложенных ответов правильный только один.

На листе бумаги напишите тему, номера вопросов и проставьте рядом номер правильного ответа или впишите словами.

1. Что первоначально проводится при проведении ОВОС?

1. Собрание ГЭЭ.
2. Рекогносцировочная оценка.
3. Предварительная проверка.
4. Оценка по проведению ОВОС.

2. Что готовит заказчик/инвестор на любой стадии разработки проектной документации?

1. Информацию о состоянии ОПС.
2. Участников процесса ОВОС
3. Техническое задание.
4. Оценку доходов на предприятии.

3. Что включает в себя предварительная оценка воздействия на окружающую среду?

1. Анализ, проверка, выявление и прогноз.
2. Описание, анализ и характеристика.
3. Характеристика и оценка.
4. Анализ и меры по снижению воздействия

4. Какие разделы предусматриваются в проекте ТОО?

5. Описание, анализ, характеристика, оценка и меры мы можем отнести к...

6. Сколько этапов содержит, согласно "Положению об ОВОС в РФ", данная процедура?

1. три
2. четыре
3. пять

7. Какой итоговый документ первого этапа ОВОС выдается, согласно "Положению об ОВОС в РФ"?

1. Сводка воздействий на ОС
2. Техническое задание на проведение ОВОС
3. Разрешение на проведение ОВОС

8. Является ли обязательным информирование общественности на первом этапе ОВОС?

1. Да
2. Нет

9. Итогом третьего этапа ОВОС, согласно "Положению об ОВОС в РФ", является...

10. Что не должны содержать материалы ОВОС проектов новых технологий и техники?

1. Характеристику технологического процесса
2. Бизнес-план применения данной технологии
3. Оценку методического подхода к определению и расчёту выбросов (сбросов)
4. Алгоритмы расчёта удельных количеств ЗВ, поступающих в ОС

Тема 4. Охрана атмосферного воздуха в горном производстве, причины, источники и нормирование воздействия, методы очистки.

Тема 5. Охрана поверхностных и подземных вод в горном производстве, причины, источники и нормирование воздействия, методы очистки.

Тема 6. Охрана и рациональное использование недр и земной поверхности при строительстве и эксплуатации подземных сооружений, шахт и карьеров.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания

Домашнее устное задание:

1. Повторение материала лекций:

– прочитать раздел 4,5,7 учебного пособия: Обеспечение экологической безопасности в промышленности: учебно-методическое пособие/ А.В.Хохлаков, А.Г.Студенок, И.В.Медведева, А.М.Ольховский, В.Г.Альбрехт, Е.А.Летучая, А.Ф.Фадеев, О.А. Москвина, Е.М. Цейтлин, Г.А. Студенок; Институт инженерной экологии УГГУ. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2017.

– прочитать главы 4,5 учебного пособия: Промышленная экология : учебное пособие / В. А. Зайцев. - Москва : БИНОМосква Лаборатория знаний, 2013. - 382 с

2. Вопросы для самоконтроля и для подготовки к устному опросу:

1. Какие существуют нормативы качества атмосферного воздуха?
2. Перечислите основные источники загрязнения атмосферы от горных производств.
3. Какие существуют инженерные методы защиты воздуха от загрязнений?
4. Что такое рециркуляция газов?
5. В чём заключается смысл создания замкнутых водооборотных систем?
6. Как нормируется качество воды?
7. Какие существуют мероприятия по охране водных ресурсов?
8. Перечислите инженерные методы очистки сточных вод.
9. В чём заключается антропогенное воздействие на ландшафты от горных производств?
10. Что такое почвы? В чём проявляются её свойства?
11. Какие существуют мероприятия по охране земельных ресурсов?

Задания для тестирования:

Инструкция. Внимательно прочитайте вопрос и варианты ответов. Из предложенных ответов правильный только один.

На листе бумаги напишите тему, номера вопросов и проставьте рядом номер правильного ответа или впишите словами.

1. Что не относится к мерам по предотвращению загрязнения воздуха?

- а) разбавление метана свежим атмосферным воздухом за счёт общешахтной нагнетательной вентиляции и местной всасывающей;
- б) изоляция выработанного пространства;
- в) средства индивидуальной защиты шахтёра («самоспасатель»);
- в) контроль за состоянием и качеством проветривания;
- г) опережающая дегазация пластов;
- д) дегазация выработанного пространства;
- е) применение горного оборудования во взрывобезопасном исполнении.

2. Что не относится к способам борьбы с рудничной пылью?

- а) применение очистных и проходческих комбайнов с крупным срезом стружки;
- б) предварительное нагнетание в пласт воды;
- в) применение взрывной отбойки патронированными ВВ;
- г) орошение забоя;
- д) сухое пылеулавливание;
- е) связывание пыли полимерами;
- ж) применение средств индивидуальной защиты (респиратор).

3. Что не относится к защите гидросферы от загрязнений?

- а) механическая очистка сточных и шахтных вод;
- б) бурение шпуров и скважин с промывкой;
- в) использование коагулянтов и сорбентов;
- г) хлорирование;
- е) утилизация жидких промышленных отходов;
- ж) создание пневмобарьера.

4. Что не относится к защите литосферы?

- а) технологии по утилизации и обезвреживанию промышленных отходов;
- б) сжигание токсичных отходов;
- в) ликвидация воронок обрушения;
- г) переработка отходов в шлаковом расплаве;
- д) рекультивация карьера и промплощадки рудника (шахты);
- е) обеззараживание загрязнённых территорий;
- ж) противоэрозионные мероприятия.

5. Какие мероприятия не относятся к изоляции и захоронению отходов?

- а) хранение отходов в специальных наземных, слабоуглубленных и подземных сооружениях;
- б) размещение отходов в глубоких океанических впадинах с застойными режимами перемещения вод;
- в) закладка выработанного пространства;
- г) размещение отходов в мощных толщах материковых льдов;
- д) преобразование отходов в нейтральное вещество;
- е) сжигание, переработка отходов.

6. Что не относится к экологическому воздействию?

- а) вентиляция шахт и карьеров;
- б) водоотлив и водозабор;
- в) осушение месторождений;
- г) сооружение отвалов, хвостохранилищ;
- д) шум, сейсмика взрывов;
- ж) отчуждение и изъятие земель;
- з) оформление земельного и горного отвода;
- и) добычные работы.

7. Какие техногенные загрязнения окружающей среды могут вызвать «региональную экологическую катастрофу»?

8. Наибольший объём среди отходов бурения составляют:

- буровые сточные воды;
- хозяйственно-бытовые отходы;
- буровой шлам.

9. Основной стратегии создания экологически безопасной технологии бурения является:

- безопасный сброс буровых сточных вод в объекты природной среды;
- утилизация отходов бурения;
- применение оборотного водоснабжения.

10. В каких зонах морей самоочищение нефти происходит быстрее:

- в холодных водах;
- в тёплых водах;
- в арктических водах.

11. Что не является конструктивной частью бунового ограждения:

- плавучая часть;
- нефтесборщики;
- экранирующая и балластная части.

12. Наиболее надёжными методами ликвидации нефтяного загрязнения в морях являются:

- биологические методы;
- механические;
- химические.

13. При бурении и эксплуатации геотехнологических скважин наибольшее загрязнение оказывает:

- подземное растворение солей;
- подземное выщелачивание металлов;
- подземная выплавка серы.

14. Какие наиболее дисперсные загрязнители содержатся в буровых сточных водах:

- взвеси в виде тонкодисперсных суспензий и эмульсий;
- растворимые минеральные соли;
- коллоидные и высокомолекулярные соединения.

15. К механическим методам очистки буровых сточных вод не относятся:

- центрифугирование;
- адсорбция;
- отстаивание.

16. Для обезвреживания и утилизации отработанного бурового раствора и шлама не применяется следующий метод:

- отверждение;
- электрокоагуляция;
- физико-химическая нейтрализация.

17. Когда должны разрабатываться профилактические мероприятия по минимизации вредного воздействия объектов недропользования на окружающую среду?

1. – в процессе строительства и эксплуатации объекта
- 2.- при проектировании объекта
3. – после завершения эксплуатации объекта

18. Что контролирует, учитывает и прогнозирует горно-геологический мониторинг на объектах недропользования?

1. – климатические изменения
2. – загрязнение воздушного и водного бассейнов
3. – изменение ландшафта

4. - движение разведанных запасов полезных ископаемых, их погашение, потери и разубоживание.

19. Назовите один из приоритетных принципов геоэкологической экспертизы.

- 1.– производственная необходимость
2. – экономическая целесообразность
- 3.- соблюдение технологических норм проектирования и экологии недропользования
- 4.– корпоративные интересы недропользователей

20. Укажите супертоксичную геохимическую группу элементов:

- 1.– Cu, Zn, S, Bi, Ag
2. - Ti, Na, K, Ta, Rb, Ca, Si, Nb
- 3.– Hg, Cd, Tl, Be, U, Rn, радионуклиды Sr и др.
4. – Pb, Se, Te, As, Sb

21. Какая взаимозависимость (корреляции) между величинами потерь и разубоживания?

1. – прямая
2. – обратная
3. – неопределенная

22. Какими показателями выражается регламентация санитарно – защитных зон предприятий при добыче полезных ископаемых?

1. – расстояние, м
2. – площадь, м²
3. – объем, м³

23. Укажите группу минерального сырья с наибольшим размером платежа на ее добычу.

1. – горно-химическое сырье
- 2.– радиоактивное сырье
3. – нефть, природный газ
4. – черные металлы
5. – цветные и редкие металлы

24. Укажите загрязняющее вещество за сброс, которого в поверхностные и подземные воды плата наиболее высокая:

1. – нефть и нефтепродукты
2. – ртуть
3. – железо

25. Соотнести группы нормативов качества атмосферного воздуха с определениями:

1.	(ПДКр.з.)	А.	Среднесуточная предельно допустимая концентрация загрязняющих веществ в воздухе населенных мест, которая не должна оказывать на человека прямого или косвенного воздействия в условиях неопределенного долгого круглосуточного вдыхания
2.	(ПДКс.с.)	Б.	Временный гигиенический норматив сроком на три года, по истечении которого он должен быть пересмотрен или заменен значениями ПДК
3.	(ПДКм.р.)	В.	Предельно допустимая концентрация загрязняющих веществ в воздухе рабочей зоны, которая не должна вызывать у работающего при ежедневном вдыхании в пределах 8 часов в течение всего рабочего стажа заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследования непосредственно в процессе работы или в отдельные сроки
4.	ОБУВ	Г.	Максимальная разовая концентрация загрязняющих веществ в воздухе населенных мест, которая не должна вызывать в течение 30 минут рефлекторных реакций в организме человека

26. Дайте определение санитарно-защитной зоне (СЗЗ)....

27. При введении предприятия в эксплуатацию требуются расчеты ПДВ:

- а) Для всех компонентов выбросов, входящих в выброс
- б) Для веществ, составляющих основную часть выброса

в) Для веществ, опасность которых для жизни и здоровья человека не установлена

г) Верно все

д) Верно б, в.

28. В целях определения критериев безопасности и (или) безвредности воздействия химических, физических и биологических факторов на людей, растения, животных и т.д., а также в целях оценки состояния атмосферного воздуха устанавливаются:

а) Гигиенические нормативы качества атмосферного воздуха;

б) Экологические нормативы качества атмосферного воздуха

в) Предельно допустимые уровни физических воздействий

г) Временно согласованные сбросы

д) Качественные показатели сбросов

29. В соответствии с федеральным законом от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ “Об охране окружающей среды” под нормированием в области охраны окружающей среды понимается:

а) установление нормативов на эксплуатацию природных ресурсов, вовлечение их в хозяйственный оборот

б) установление нормативов качества окружающей среды

в) установление нормативов допустимого воздействия на окружающую среду при осуществлении хозяйственной и иной деятельности

г) разработка нормативных правовых документов в области охраны окружающей среды

30. В соответствии с федеральным законом от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ “Об охране окружающей среды” под мониторингом окружающей среды (экологическим мониторингом) понимается:

а) независимая, комплексная, документированная оценка соблюдения субъектом хозяйственной и иной деятельности требований в области охраны окружающей среды

б) система мер, направленная на предотвращение, выявление и пресечение нарушений законодательства в области охраны окружающей среды

в) вид деятельности по выявлению, анализу и учету прямых, косвенных и иных последствий воздействия на окружающую среду планируемой хозяйственной и иной деятельности

г) комплексная система наблюдений за состоянием окружающей среды, оценки и прогноза изменений состояния окружающей среды под воздействием природных и антропогенных факторов.

Тема 7. Горное производство как источник образования отходов, экологические аспекты обращения с отходами, учёт и отчетность при обращении с отходами.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания

Домашнее устное задание:

1. Повторение материала лекций:

– прочитать раздел 6 учебного пособия: Обеспечение экологической безопасности в промышленности: учебно-методическое пособие/ А.В.Хохряков, А.Г.Студенок, И.В.Медведева, А.М.Ольховский, В.Г.Альбрехт, Е.А.Летучая, А.Ф.Фадеев, О.А. Москвина, Е.М. Цейтлин, Г.А. Студенок; Институт инженерной экологии УГГУ. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2017.

– прочитать главу 6 учебного пособия: Промышленная экология : учебное пособие / В. А. Зайцев. - Москва: БИНОМосква Лаборатория знаний, 2013. - 382 с

2. Вопросы для самоконтроля и для подготовки к устному опросу:

1. Какие существуют источники образования и виды деятельности с отходами производства и потребления?

2. Какие основные отходы образуются в результате горного производства?

3. Какие предъявляются требования к обеспечению экологической безопасности при обращении с опасными отходами?

4. Какие существуют классы опасности отходов?

5. Что такое нормативы образования отходов и лимиты на их размещение?

Задания для тестирования:

Инструкция. Внимательно прочитайте вопрос и варианты ответов. Из предложенных ответов правильный только один.

На листе бумаги напишите тему, номера вопросов и проставьте рядом номер правильного ответа или впишите словами.

1. Отходы, которые после соответствующей обработки могут быть снова использованы в производстве, называются:

1. Возобновимыми ресурсами.
2. Вторичными ресурсами.
3. Невозобновимыми ресурсами.
- 4.оборотными ресурсами.
5. Сбереженными ресурсами.

2. Показатель качества окружающей среды, определяющий максимально допустимое содержание вредного вещества, которое на протяжении длительного времени не оказывает отрицательного влияния на здоровье организма и его потомства, называется:

1. Государственный стандарт.
2. ОБУВ (ориентировочный безопасный уровень воздействия).
3. ГОСТом.
4. ПДК.
5. Нет верного ответа.

3. Разновидность малоотходных процессов - это... , при котором использованная в производстве вода очищается, охлаждается и снова пускается на производственные нужды.

1. Обратное водоснабжение.
2. Реутилизация.
3. Экономичное водоснабжение.
4. Минимальное водоснабжение.
5. Оптимальное водоснабжение.

4. Какой из источников вносит наибольший вклад в антропогенное повышение в атмосфере концентрации углекислого газа?

1. Извержение вулканов.
2. ТЭЦ.
3. Автотранспорт.
4. Разложение органических веществ почвы.
5. Котельные жилых домов.

5. Ресурсосберегающие технологии – это:

1. Строго фиксированная оплата труда.
2. Использование новых технологических разработок.
3. Минимальные затраты труда и энергии.
4. Строго фиксированные ежемесячные затраты.
5. Нет верного ответа.

6. Сероулавливающие установки в крупных городах позволяют использовать до 90% сернистого газа для производства серной кислоты. Какой принцип учтен в таком производстве?

1. Принцип сверхточных технологий.
2. Принцип исключения.
3. Принцип взаимоприспособляемости.
4. Принцип рециклизации.
5. Принцип неопределенности.

7. Остатки сырья, материалов, полуфабрикатов химических соединений, образующиеся при производстве продукции или выполнении работ, утратившие полностью или частично свои потребительские свойства:

- а) основные отходы;
- б) вторичные материальные отходы;
- в) отходы потребления;
- г) отходы производства;
- д) отходы предприятия

8. Складирование твёрдых отходов горного производства осуществляется в качестве:

- А) потенциального минерально-сырьевого ресурса
- Б) отходов предприятия

9. Рециркуляция, это...

10. Системы классификации отходов подразделены:

- а) по отраслевому принципу;
- б) по агрегатному состоянию;
- в) направлениям использования;
- г) все перечисленное

Тема 8. Экономические аспекты воздействия горного производства на окружающую среду.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания

Домашнее устное задание:

1. Повторение материала лекций:

– прочитать раздел 9 учебного пособия: Обеспечение экологической безопасности в промышленности: учебно-методическое пособие/ А.В.Хохряков, А.Г.Студенок, И.В.Медведева, А.М.Ольховский, В.Г.Альбрехт, Е.А.Летучая, А.Ф.Фадеев, О.А. Москвина, Е.М. Цейтлин, Г.А. Студенок; Институт инженерной экологии УГГУ. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2017.

– прочитать главы 10,12,13, 15 учебного пособия: Промышленная экология : учебное пособие / В. А. Зайцев. - Москва: БИНОММосква Лаборатория знаний, 2013. - 382 с

2. Вопросы для самоконтроля и для подготовки к устному опросу:

- 1. Как рассчитывается плата за выбросы загрязняющих веществ в атмосферу?
- 2. Что входит в плату за сброс загрязняющих веществ в водные объекты?
- 3. Какие экологические проблемы проявляются от горного производства?
- 4. Как рассчитывается плата за размещение отходов?

Задания для тестирования:

Инструкция. Внимательно прочитайте вопрос и варианты ответов. Из предложенных ответов правильный может быть один или несколько.

На листе бумаги напишите тему, номера вопросов и проставьте рядом номер правильного ответа или впишите словами.

1. Как соотносятся экология и экономика по затратным статьям:

- прямая корреляционная связь;
- обратная корреляционная связь;
- отсутствие связи (взаимозависимости).

2. Куда поступает плата за пользование недрами?

- на производственные нужды предприятия – недропользователя;
- в бюджет административных управленческих структур;
- на статью соцкультбыта населения.

3. Какое структурное подразделение выдает лицензию на право недропользования, на выбросы, сбросы и размещение твердых отходов?

- Министерство сельского хозяйства РФ;

- Росгортехнадзор;
- Министерство природных ресурсов РФ;
- Министерство образования и науки РФ.

4. С каким понятием связано случайное вредное воздействие на окружающую среду объектами недропользования?

- «парникового эффекта»;
- технического риска;
- роялти.

5. Какие причины конфликтов между бизнесом и охраной окружающей среды?

6. Для чего создается система экологических отходов?

7. Государственное управление в области промышленной безопасности осуществляется через:

- А. Лицензирование деятельности;
- Б. Платежи за эксплуатацию технических систем повышенной опасности;
- В. Систему административной и уголовной ответственности за нарушение правил эксплуатации опасных технологий

8. Декларация безопасности промышленного объекта должна включать следующие сведения (выберите неправильный ответ):

- А. Основные характеристики технологических процессов;
- Б. Перечень мероприятий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций;
- В. Перечень мероприятий по предупреждению и ликвидации экологических последствий чрезвычайных ситуаций;
- Г. Сведения о природно-климатических особенностях района размещения объекта.

9. Экологическая экспертиза устанавливает соответствие между:

- а) намечаемой хозяйственной деятельностью и экологическими требованиями;
- б) существующей деятельностью человека и экологическими требованиями;
- в) результатами деятельности человека и экологическими требованиями

10. Как называется предельное количество вещества, разрешаемое к выбросу от данного источника, которое не создает приземную атмосферную концентрацию, опасную для людей, растительного и животного мира?

Для проведения контроля самостоятельной работы студентов применяются: доклад, тестирование; экзамен.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ (уровень творческой деятельности)

Написать Доклад – подготовить доклад на определенную тему.

Доклад должен включать 3 раздела: 1 - проблемный - практический (анализ, обзор, творческое изложение статей ученых на выбранную тему в научных журналах за два года (текущий и предшествующий), 2 - собственное мнение на выделенную проблему; 3 - список научной литературы по выбранной теме.

Выбор темы осуществляется студентом самостоятельно.

1. Экологические факторы и их действие
2. Экосистемы: структура и динамика
3. Круговорот веществ в биосфере
4. Законы экологии
5. Источники воздействия на природную среду на горнодобывающих предприятиях.
6. Характеристика источников загрязнения литосферы, гидросферы, воздушного бассейна
7. Задачи органов управления охраной и регулированием использования природных ресурсов
8. Техничко-эколого-экономическая оценка эффективности использования и охраны минеральных ресурсов при разработке месторождений полезных ископаемых
9. Оценка эффективности использования и охраны земель при добыче и переработке полезных ископаемых
10. Охрана и рациональное использование земель при добыче и переработке полезных ископаемых
11. Рекультивация карьерных выемок, мульд сдвижения и зон обрушения.
12. Водоснабжение горных предприятий. Водопотребление при добыче и переработке полезных ископаемых. Способы подачи воды.
13. Охрана воздушного бассейна от пылегазовых выбросов предприятий. Планирование достижений предельно допустимых выбросов.
14. Утилизация отходов производства.
15. Использование подземного пространства земных недр.
16. Технология экологически замкнутого производства.
17. Принципы утилизации и использования шахтного метана.
18. Мониторинг загрязнения атмосферы и источников выброса.
19. Способы складирования углесодержащих и радиоактивных горных пород.
20. Влияние газопылеобразных отходов на биосферу и климат планеты.

Объем Доклада не более 25 листов. Оформление работы должно отвечать общим требованиям, установленным в университете.

Результат работы представляется на практическом (семинарском) занятии по соответствующей теме.

Требования к докладу на практическом (семинарском) занятии

Студенту предоставляется время для выступления на практическом (семинарском) занятии продолжительностью не более 15 минут: 10 минут - доклад, 5 минут - ответы на вопросы.

Студент представляет доклад в форме компьютерной презентации, выполненной в MS PowerPoint.

Презентация должна иметь:

- слайд, содержащий полное название доклада, ФИО автора;
- слайд, содержащий четко сформулированную решаемую задачу;
- несколько слайдов, описывающих решение задачи;
- слайд, содержащий краткие выводы из работы.

ТРЕБОВАНИЯ К ПРЕДСТАВЛЕНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ РЕЗУЛЬТАТОВ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Оформление самостоятельной работы студента должно отвечать общим требованиям, установленным в университете Положением о требованиях к оформлению Докладов, отчетов по практике, контрольных, курсовых, дипломных работ и магистерских диссертаций.

ОЦЕНКА ВЫПОЛНЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

Критерии оценки Доклада – новизна текста, степень раскрытия сущности вопроса, соблюдение требований к оформлению.

Новизна текста - актуальность темы Доклада; новизна и самостоятельность в постановке проблемы, формулирование нового аспекта известной проблемы; умение работать с литературой, нормативными правовыми актами, систематизировать и структурировать материал; наличие авторской позиции, самостоятельность оценок и суждений.

Степень раскрытия сущности вопроса - соответствие содержания доклада его теме; полнота и глубина знаний по теме; умение обобщать, делать выводы, сопоставлять различные точки зрения по вопросу (проблеме); оценка использованной литературы (привлечены ли наиболее известные работы по теме доклада статистические данные, справки и т.д.).

Соблюдение требований к оформлению - правильность оформления ссылок на источники, списка использованных источников; грамотное изложение текста (орфографическая, пунктуационная, стилистическая культура); владение терминологией; соблюдение требований к объёму доклада.

Критерии оценки публичного выступления (защита Доклада) - логичность построения выступления; грамотность речи; глубина выводов; умение отвечать на вопросы; оригинальность формы представления результата; поведение при защите работы (манера говорить, отстаивать свою точку зрения, привлекать внимание к важным моментам в докладе или ответах на вопросы и т.д.).

Критерии оценки презентации - эстетическое оформление; использование эффектов анимации.

Выполнение Доклада и доклад его результатов на занятии оценивается по четырёхбалльной шкале: отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно.

Оценка «отлично» - Доклад полностью соответствует предъявляемым требованиям (критериям оценки).

Оценка «хорошо» - Доклад в основном соответствует предъявляемым требованиям (критериям оценки).

Оценка «удовлетворительно» - Доклад частично соответствует предъявляемым требованиям (критериям оценки).

Оценка «неудовлетворительно» - Доклад не соответствует предъявляемым требованиям (критериям оценки).

ВВЕДЕНИЕ

Методические рекомендации для обучающихся по освоению учебной дисциплины

В процессе изучения учебной дисциплины следует:

1. Ознакомиться с рабочей учебной программой дисциплины. Рабочая учебная программа содержит перечень тем, которые необходимо изучить, планы лекционных и практических занятий, содержание дисциплины с указанием объема лекционных занятий, практических занятий и самостоятельной работы, перечень основной, дополнительной литературы и ресурсов информационно-коммуникационной сети «Интернет».

2. Ознакомиться с календарно-тематическим планом самостоятельной работы обучающихся.

3. Посещать теоретические (лекционные) и практические занятия.

4. При подготовке к практическим занятиям, а также при выполнении самостоятельной работы следует использовать методические указания для обучающихся.

При подготовке к практическим занятиям требуется:

- изучить теоретический материал, используя основную и дополнительную литературу, электронные ресурсы;

- ответить на вопросы тестов.

Изучение дисциплины производится в тематической последовательности. Самостоятельному изучению материала, как правило, предшествует лекция. На лекции даются указания по организации самостоятельной работы, срокам сдачи заданий, порядке проведения экзамена. Информацию о графике выполнения самостоятельных работ и критериях оценки учебной работы студента преподаватель сообщает на первой лекции курса.

Для организации и контроля учебной работы студентов используется проверка выполнения тестовых заданий. Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов (СРС) - обязательная и неотъемлемая часть учебной работы студента по данной учебной дисциплине. Объемы и виды трудозатрат по всем отдельным видам представлены в программе. Общие планируемые затраты времени на выполнение всех видов аудиторных и внеаудиторных заданий соответствуют бюджету времени работы студентов, предусмотренному учебными планами по дисциплине в текущем семестре.

Перечни аудиторных и внеаудиторных занятий и заданий (тестов), вносимых в графики СРС, определяются в соответствии с программой учебной дисциплины.

Работа с книгой

Изучать курс рекомендуется по темам, предварительно ознакомившись с содержанием каждой из них по программе. При первом чтении следует стремиться к получению общего представления об излагаемых вопросах, а также отмечать трудные или неясные моменты. При повторном изучении темы необходимо освоить все теоретические положения. Рекомендуется вникать в сущность того или иного вопроса, но не пытаться запомнить отдельные факты и явления. Изучение любого вопроса на уровне сущности, а не на уровне отдельных явлений, способствует более глубокому и прочному усвоению материала.

Для более эффективного запоминания и усвоения изучаемого материала, полезно иметь рабочую тетрадь (использовать лекционный конспект) и заносить в нее формулировки и основные понятия, новые незнакомые термины, названия, определения и т.п. Весьма целесооб-

разно пытаться систематизировать учебный материал, проводить обобщение разнообразных фактов, сводить их в таблицы. Такая методика облегчает запоминание и уменьшает объем конспектируемого материала.

Изучая курс, полезно обращаться и к предметному указателю в конце книги. Пока тот или иной раздел не усвоен, переходить к изучению новых разделов не следует. Краткий конспект курса будет полезен при повторении материала в период подготовки к экзамену.

Изучение курса должно обязательно сопровождаться выполнением необходимых упражнений и решением задач. Решение задач - один из лучших методов прочного усвоения, проверки и закрепления теоретического материала. Этой же цели служат вопросы для самопроверки и тренировочные тесты, позволяющие контролировать степень успешности изучения учебного материала.

Консультации

Изучение дисциплины проходит под руководством преподавателя на базе делового сотрудничества. В случае затруднений, возникающих при изучении учебной дисциплины, студентам следует обращаться за консультацией к преподавателю, реализуя различные коммуникационные возможности: очные консультации (непосредственно в университете в часы приема преподавателя), заочные консультации (посредством электронной почты).

САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ТЕМ КУРСА

При самостоятельном изучении теоретического курса студентам необходимо: самостоятельно освоить и проработать темы теоретического курса в соответствии с учебной программой дисциплины, основательно подготовить ответы на вопросы тестов по темам программы.

Самостоятельно изучаемые вопросы курса в последующем включаются в экзаменационные билеты.

ПОВТОРЕНИЕ МАТЕРИАЛА ЛЕКЦИЙ

Для приобретения прочных знаний и выработки навыков самостоятельной работы по учебной дисциплине «Безопасность ведения горных работ и горноспасательное дело» необходимо повторить материал лекционных занятий, а также прочитать основную и дополнительную литературу, рекомендованную для самостоятельного изучения по данной дисциплине. Работа с материалом должна носить системный характер.

ПОДГОТОВКА К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

Для успешной подготовки к практическим занятиям студенту невозможно ограничиться слушанием лекций. Требуется предварительная самостоятельная работа студентов по теме планируемого занятия. Студенты должны предварительно поработать над конспектом, учебником, учебным пособием, чтобы основательно овладеть теорией вопроса.

ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

При подготовке к экзамену по дисциплине «Безопасность ведения горных работ и горноспасательное дело» обучающемуся рекомендуется:

Повторить пройденный материал и ответить на вопросы, используя конспект и материалы лекций. Если по каким-либо вопросам у студента недостаточно информации в лекционных материалах, то необходимо получить информацию из раздаточных материалов и/или учебников (литературы), рекомендованных для изучения дисциплины «Безопасность ведения горных работ и горноспасательное дело»

Целесообразно также дополнить конспект лекций наиболее существенными и важными тезисами для рассматриваемого вопроса.

УЧЕБНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПРИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ И ПРИ ПОДГОТОВКЕ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1. О промышленной безопасности опасных производственных объектов [Электронный ресурс]: федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ (с доп. и изм.). - Режим доступа: ИПС «КонсультантПлюс», в локальной сети вуза.

2. Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателя. [Электронный ресурс]: федеральный закон от 22.08.1995 № 151-ФЗ (с доп. и изм.). - Режим доступа: ИПС «Гарант», в локальной сети вуза.

3. Об утверждении Положения о профессиональных аварийно-спасательных службах, профессиональных аварийно-спасательных формированиях, выполняющих горноспасательные работы, и Правил расчета стоимости обслуживания объектов ведения горных работ

профессиональными аварийно-спасательными службами, профессиональными аварийно-спасательными формированиями, выполняющими горноспасательные работы [Электронный ресурс]: постановление Правительства РФ от 27.04.2018 № 517. - Режим доступа: ИПС «Гарант», в локальной сети вуза.

4. Об утверждении Положения о ВГСЧ [Электронный ресурс]: постановление Правительства РФ от 28.01.2012 № 45 (с изм. и доп.). - Режим доступа: ИПС «Гарант», в локальной сети вуза.

5. Положение о проведении аттестации аварийно-спасательных служб, аварийно-спасательных формирований, спасателей и граждан, приобретающих статус спасателя [Электронный ресурс]: постановление Правительства РФ от 22.12.2011г. № 1091. - Режим доступа: ИПС «Гарант», в локальной сети вуза.

6. Положение о разработке планов мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий на опасных производственных объектах [Электронный ресурс]: постановление Правительства РФ от 15.09.2020г. № 1437. Режим доступа: ИПС «Гарант», в локальной сети вуза.

7. «Методические рекомендации о порядке составления планов ликвидации аварий при ведении работ в подземных условиях» [Электронный ресурс]: РД 15-11-2007: приказ Ростехнадзора от 24.05.2007 № 364. - Режим доступа: ИПС «КонсультантПлюс», в локальной сети вуза

8. Об утверждении табеля технического оснащения ВГСЧ [Электронный ресурс]: приказ МЧС России от 13.12.2012. № 766. - Режим доступа: ИПС «Гарант», в локальной сети вуза.

9. Руководство по организации технического обслуживания горноспасательного оснащения ФГУП «ВГСЧ» [Электронный ресурс]: приказ ФГУП «ВГСЧ» МЧС России от 27.05.2014г. № 375. – Режим доступа: ИПС «КонсультантПлюс», в локальной сети вуза

10. Нормативы организации ВГСЧ [Электронный ресурс]: приказ МЧС от 29.11.2012г. № 707. - Режим доступа: ИПС «Гарант», в локальной сети вуза.

11. Положение о прохождении службы в ВГСЧ [Электронный ресурс]: Приказ МЧС от 18.03.2013г. № 180. - Режим доступа: ИПС «КонсультантПлюс», в локальной сети вуза

12. Устав внутренней службы военизированных горноспасательных частей [Электронный ресурс]: Приказ МЧС от 31.10.2018г. № 484. - Режим доступа: ИПС «КонсультантПлюс», в локальной сети вуза

13. Порядок создания ВГК [Электронный ресурс]: приказ МЧС от 22.11.2013г. № 765 (с доп. и изм.). - Режим доступа: ИПС «Гарант», в локальной сети вуза.

14. Положение об условиях оплаты труда, предоставления гарантий и компенсаций работникам ВГСЧ [Электронный ресурс]: приказ МЧС от 03.11.2015г № 581. - Режим доступа: ИПС «Гарант», в локальной сети вуза.

15. Устав ВГСЧ по организации и ведению горноспасательных работ [Электронный ресурс]: приказ МЧС России от 09.06.2017 № 251. - Режим доступа: ИПС «КонсультантПлюс», в локальной сети вуза

16. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых» [Электронный ресурс]: приказ Ростехнадзора от 8.12.2020 № 505. – Режим доступа: ИПС «КонсультантПлюс», в локальной сети вуза.

17. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Инструкция по локализации и ликвидации последствий аварий на опасных производственных объектах, на которых ведутся горные работы» [Электронный ресурс]: приказ Ростехнадзора от 11.12.2020 г. № 520. - Режим доступа: ИПС «Гарант», в локальной сети вуза.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому
комплексу _____ С.А.Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ
Б1.О.26.01 РУССКИЙ ЯЗЫК И ДЕЛОВЫЕ КОММУНИКАЦИИ

Специальность
21.05.04. Горное дело

Направленность (профиль)
Электрификация и автоматизация горного производства

квалификация выпускника: специалист

формы обучения: очная, заочная

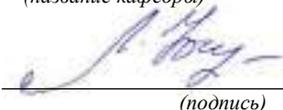
Автор: Меленкова Е. С., канд. филол. наук, доцент

Одобрены на заседании кафедры

Иностранных языков
и деловой коммуникации

(название кафедры)

Зав. кафедрой


(подпись)

Юсупова Л. Г.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 19.09.2023
(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

Горно-механического факультета

(название факультета)

Председатель


(подпись)

Осипов П. А.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 20.10.2023
(Дата)

Екатеринбург

Методические рекомендации к практическим занятиям

Значительную роль в изучении предмета выполняют практические занятия, которые призваны, прежде всего, закреплять теоретические знания, полученные в ходе лекций, ознакомления с учебной литературой, а также выполнения самостоятельных заданий. Тем самым практические занятия способствуют более качественному усвоению знаний, помогают приобрести навыки самостоятельной работы.

Приступая к подготовке к практическому занятию необходимо изучить соответствующие конспекты лекций по заданной теме, главы учебников или учебных пособий, разобрать примеры, ознакомиться с дополнительной литературой (например, словарями). Конспектирование дополнительных источников также способствует более плодотворному усвоению учебного материала. Следует обращать внимание на основные понятия и классификации, актуальные для темы практического занятия.

Записи имеют первостепенное значение для самостоятельной работы студента. Они помогают понять построение изучаемого материала, выделить основные положения и проследить их логику. Ведение записей способствует превращению чтения в активный процесс, мобилизует, наряду со зрительной, и моторную память. Следует помнить: у студента, систематически ведущего записи, создается свой индивидуальный фонд подсобных материалов для быстрого повторения прочитанного, для мобилизации накопленных знаний. Все это находит свое отражение в процессе выполнения итогового зачетного теста.

Очевидны три структурные части практического занятия: предваряющая (подготовка к занятию), непосредственно само практического занятия (обсуждение вопросов темы в группе, выполнение упражнений по теме) и завершающая часть (последующая работа студентов по устранению обнаружившихся пробелов). Не только само практическое занятие, но и предваряющая, и заключающая части его являются необходимыми звеньями целостной системы усвоения вынесенной на обсуждение темы.

Перед очередным практическим занятием целесообразно выполнить все задания, предназначенные для самостоятельного рассмотрения, изучить лекцию, соответствующую теме практического занятия. В процессе подготовки к практическому занятию закрепляются и уточняются уже известные и осваиваются новые знания. Столкнувшись в ходе подготовки с недостаточно понятными моментами темы, необходимо найти ответы самостоятельно или зафиксировать свои вопросы для постановки и уяснения их на самом практическом занятии.

В начале занятия следует задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении, поскольку всегда сначала студенты под руководством преподавателя более глубоко осмысливают теоретические положения по теме занятия.

В ходе практического занятия каждый должен опираться на свои конспекты, сделанные на лекции или по учебникам и учебным пособиям, на самостоятельно выполненные упражнения по данной теме.

В процессе подготовки к занятиям рекомендуется взаимное обсуждение материала, во время которого закрепляются знания, а также приобретается практика в изложении и разъяснении полученных знаний, развивается речь.

Значительную роль в изучении предмета выполняют практические занятия, которые призваны, прежде всего, закреплять теоретические знания, полученные в ходе прослушивания и запоминания лекционного материала, ознакомления с учебной и научной литературой, а также выполнения самостоятельных заданий. Тем самым практические занятия способствуют получению наиболее качественных знаний, помогают приобрести навыки самостоятельной работы. Планы практических занятий состоят из отдельных тем, расположенных в соответствии с рабочей программой изучаемой дисциплины. Каждая тема включает следующие элементы:

- цель проведения занятия;
- теоретические вопросы, необходимые для усвоения темы;
- задания;
- список литературы по теме для подготовки к практическому занятию.

Работа на практических занятиях направлена на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам изучаемой дисциплины;
- формирование умений применять полученные знания на практике, реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;
- развитие интеллектуальных умений (например, аналитических).

В ходе занятий у студентов формируются практические умения и навыки, отраженные в РПД.

Методические материалы к практическим занятиям

ТЕМА 1. СЛОВАРИ И СПРАВОЧНИКИ ПО КУЛЬТУРЕ РЕЧИ. СИСТЕМА СЛОВАРНЫХ ПОМЕТ

Цель – вспомнить классификацию словарей и проверить у студентов умение работать с ними (лексикографическая грамотность).

Основные понятия темы:

Лексикография – раздел науки о языке, занимающийся теорией и практикой составления словарей.
Энциклопедический словарь – книга, содержащая описание научных понятий и терминов, исторических событий, характеристику персоналий из разных областей или определенной области знания.
Лингвистический словарь – книга, содержащая собрание слов (морфем, фразеологизмов и т. д.), расположенных по определённому принципу (как правило, по алфавиту), и дающая сведения об их значениях, употреблении, происхождении, переводе на другой язык и т. п.
Словарная статья – отдельный текст, посвященный языковой единице (слову, морфеме и т. п.) или их группе (лексической группе, гнезду слов и т. п.).
Помета – применяемое в словарях сокращенное указание на какие-либо характерные признаки слова или его употребления.

Задание 1. Прочитайте и сравните словарные статьи, взятые из разных словарей. Найдите общую и различающую их дополнительную информацию. Объясните, чем вызвано различие.

ФАЗА – 1. В геохимии: совокупность однородных частей системы, одинаковых по термодинамическим свойствам (тем, которые не зависят от количества вещества) и отграниченных от других частей поверхностью раздела. В природных процессах минералообразования могут принимать участие газовая Ф., жидкие Ф. и твердые Ф. – металлы. Системы, состоящие из одной Ф., называются однофазными, или гомогенными (напр., раствор различных солей в воде; кристалл кварца без включений; мономинеральная горная порода); состоящие из нескольких Ф. – многофазными, или гетерогенными (напр., раствор вместе с твердым осадком; кристалл кварца с газовой-жидким включением; полиминеральная порода). 2. В исторической геологии: термин, иногда употребляющийся для обозначения времени, соответствующего длительности накопления отложений, составляющих зону как часть яруса. Термин был условно принят в этом значении VIII сессией МГК в Париже в 1900 г., но не стал общепринятым. При изучении четвертичного периода иногда фазой называют время каждого отдельного оледенения и промежутков между ними (*Геологический толковый словарь*¹).

ФА́ЗА, -ы, ж. [нем. Phase < греч. phasis появление (о небесных светилах)]. 1. Момент, отдельная стадия в ходе развития и изменения чего-н., а также само положение, форма чего-н. в данный момент; то же, что фазис. *Новая ф. в развитии общества. Луна в первой фазе.* 2.

¹ Геологический толковый словарь [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.edudic.ru/geo/>

физ. Величина, характеризующая состояние какого-н. процесса в каждый момент времени. *Ф. колебания маятника. Газообразная ф. вещества.* **Фáзовый** – относящийся к фазе (в 1-м и 2-м знач.), фазам. **3. эл.** Отдельная группа обмоток генератора. **Фáзный** – относящийся к фазе, фазам. (Крысин Л. П. Толковый словарь иноязычных слов. М., 2001. С. 810).

ФáЗА, -ы, *ж.* **1.** Момент, отдельная стадия в ходе развития и изменения чего-н. (напр. положения планеты, формы или состояния вещества, периодического явления, общественного процесса), а также само положение, форма в этот момент (книжн.). *Первая ф. Луны. Жидкая ф. Газообразная ф. Ф. колебания маятника. Вступить в новую ф. развития.* **2.** Отдельная группа обмоток генератора (спец.). || *прил.* **фáзовый**, -ая, -ое (к 1 знач.) и **фáзный**, -ая, -ое (к 2 знач.). ♦ **Фазовые глаголы** – в лингвистике: глаголы со значением начала, продолжения или окончания действия. (Ожегов С. И. и Шведова Н. Ю. Толковый словарь русского языка. М., 2005. С. 847).

Задание 2. *Познакомьтесь с типами помет, используемых в толковых словарях. Объясните значение всех помет, приведенных в качестве примера.*

ТИПЫ ПОМЕТ ТОЛКОВОГО СЛОВАРЯ

Типы помет	Примеры помет	Значение отсутствия помет
1. Помета, указывающая на принадлежность к функциональному стилю	<i>науч., газет., публиц., оф.-дел., разг., книжн. и др.</i>	Слово межстилевое
2. Помета, указывающая на сферу употребления слова	<i>обл., прост., жарг., спец. и др.</i>	Слово общеупотребительное
3. Помета, указывающая на принадлежность к активному / пассивному запасу	<i>устар., ист., арх., нов. и др.</i>	Слово принадлежит к активному запасу
4. Помета, указывающая на эмоционально-экспрессивную окраску слова	<i>ласк., ирон., шутл., унич., бран., пренебр., высок., неодобр. и др.</i>	Слово нейтральное

Задание 3. *Прочитайте словарные статьи, извлеченные из толкового словаря современного русского языка. Укажите пометы и объясните, что они означают.*

Аборигén, -а, *м.* (книжн.) – коренной житель страны, местности. || *ж.* **аборигénка** (разг.)

Грамотéй, -я, *м.* (устар. и ирон.) – грамотный человек.

Деяние, -я, *ср.* (высок. и спец.) – действие, поступок, свершение.

Женáтик, -а, *м.* (прост. шутл.) – женатый человек (обычно о молодожене).

Иждивéнчество, -а, *ср.* (неодобр.) – стремление во всем рассчитывать не на свои силы, а на помощь других, вообще жить за чужой счет.

Карапу́з, -а, *м.* (разг. шутл.) – толстый, пухлый малыш.

Кляча, -и, *ж.* (разг. пренебр.) – плохая (обычно старая) лошадь.

Лéнчик, -а, *м.* (спец.) – деревянная основа седла.

Матéрщина, -ы, *ж.*, *собирает.* (прост. груб.) – неприличная брань.

Мíшка, -и, *м.* (разг. ласк.) – то же, что медведь.

Небезызвéстный, -ая, -ое; -тен, -тна (обычно ирон.) – достаточно, хорошо известный.

Неулыба, -ы, *м.* и *ж.* (обл. и прост.) – человек, который редко улыбается, неулыбчив.

Новодёл, -а, м. (разг.) – здание, сооружение, построенное на месте уничтоженного, исчезнувшего и воспроизводящее его прежний внешний вид.

Нуворúш, -а, м. (книжн. презр.) – богач, наживший свое состояние на социальных переменах или бедствиях, на разорении других.

Общепúт, -а, м. (офиц.) – сокращение: общественное питание – отрасль народного хозяйства, занимающаяся производством и продажей готовой пищи и полуфабрикатов. || *прил. общепúтовский*, -ая, -ое (разг.).

Остолóп, -а, м. (прост. бран.) – глупец, болван.

Отчúзна, -ы, ж. (высок.) – отечество, родина.

Побóры, -ов. 1. Чрезмерные, непосильные налоги или сборы (устар.). 2. *перен.* Неофициальные сборы средств на что-нибудь (разг. неодобр.).

Предувéдомить, -млю, -мишь; -мленный; *сов., кого-что* (устар. и офиц.) – заранее уведомить.

Ристáлище, -а, ср. (стар.) – площадь для гимнастических, конных и других состязаний, а также само такое состязание.

Свáра, -ы, ж. (прост.) – шумная перебранка, ссора.

Торгáш, -а, м. 1. То же, что торговец (устар. неодобр.). 2. *перен.* Человек, который выше всего ставит свою выгоду, корысть, личный интерес (презр.).

Умка, -и, м. (обл.) – белый медведь.

Уповáние, -а, ср. (книжн., часто ирон.) – то же, что надежда.

Хáм, -а, м. (презр. и бран.) – грубый, наглый человек.

Задание 4. *Познакомьтесь с пометами, используемыми в орфоэпических словарях, словарях грамматических трудностей и т. п. Какие пометы указывают на императивную норму, а какие на диспозитивную? Запишите их в предложенную ниже таблицу.*

НОРМАТИВНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЛОВ²

Словарь является не просто нормативным, а ставит своей задачей показать литературную норму во всем многообразии ее проявлений. В отличие от большинства нормативных словарей, словарь отражает и такие факты речи, которые считаются неверными с точки зрения литературной нормы. Все запретительные пометы, которые характеризуют неверные варианты, снабжаются значком «восклицательный знак» (!). В Словаре используются ясные и общедоступные способы нормативной оценки вариантов.

1. Равноправные варианты соединяются союзом *и*:

бáрхатка *и* бархóтка;

ведёрцев *и* ведёрец.

При этом на первом месте помещается обычно традиционный вариант, более частотный в употреблении.

2. Помета «допустимо» (*и доп.*) свидетельствует о том, что оба варианта соответствуют нормам литературного языка. Естественно, что предпочтителен вариант, помещённый на первом месте. Такая помета используется, как правило, применительно к

² Орфоэпический словарь русского языка для школьников / Сост. О. А. Михайлова. Екатеринбург: У-Фактория, 2002. С. 6-8.

новым, входящим в норму вариантам ударения, произношения и грамматическим формам.

Например:

бредо́вый и *доп.* бредово́й;
белё́сый и *доп.* белэ́сый;
ма́шет и *доп.* маха́ет.

3. Помета «допустимо устаревшее» (*доп. устар.*) означает, что второй вариант, хотя и находится в пределах литературной нормы, всё реже встречается в речевой практике, постепенно утрачивается, переходя в пассивный языковой фонд. Например:

ворва́лся и *доп. устар.* ворвался́
вспéнный, -ая, -ое, *кратк. ф.* вспéнен, вспéнена и *доп. устар.* вспенённый, вспенён,
вспенена́
бу́до[чн]ик и *доп. устар.* бу́до[шн]ик.

4. Помета «не рекомендуется» (*не рек.*) применяется в тех случаях, когда отмеченный ею вариант в данное время не признаётся нормативным. Однако его широкое употребление в современной речи и соответствие общим тенденциям языкового развития не исключают возможности признания этого варианта литературной нормой в будущем. Например:

бало́ванный ! *не рек.* ба́лованный;
вручи́т ! *не рек.* вру́чит;
грифе́ли, -ей ! *не рек.* грифеля́, -ей.

5. Помета «не рекомендуется устаревшее» (*не рек. устар.*) означает, что снабжённый ею вариант, ныне находящийся за пределами нормы, представляет собой бывшую норму. Например:

горшо́чек, горшо́чка ! *не рек. устар.* горше́чек;
да́рит ! *не рек. устар.* дару́т.

6. Помета «неправильно» (*неправ.*) служит для предупреждения распространённых речевых ошибок. Например:

вы́боры, вы́боров ! *неправ.* выбо́ра, выбо́ров;
компроме́товать, -рую, -рует ! *неправ.* компроме[н]ту́ровать

Рекомендательные пометы	Запретительные пометы

ТЕМА 2. ОРФОГРАФИЧЕСКИЕ И ПУНКТУАЦИОННЫЕ НОРМЫ

Цель – повторить основные правила орфографии и пунктуации русского языка.

Основные понятия темы:

Орфографические нормы – это правила написания слов.

Пунктуационные нормы – это правила расстановки знаков препинания.

Задание 1. *Повторите правописание гласных (безударных и чередующихся) и согласных в корне слова. Перепишите текст, вставив пропущенные буквы. Расставьте знаки препинания. Объясните свой выбор.*

Я р...шил в...рнуться д...мой. Быстрыми шагами я прошел зар...сли кустов. У моих ног т...нулась р...вина а дальше ст...ной возвышался мрачный лес. Я осм...трел окрес...ность и спустился с х...лма. Высокая тр...ва на дне д...лины б...лела р...вной скат...ртью. Я вышел на опушку и пошел полем. Трудно было проб...раться по у...кой тр...пинке. Кругом р...сла высокая ро...ь. Н...чная птица промчалась и к...снулась меня св...им крылом. В т...шине глухо разд...вались мои шаги. Но вот на в...черном небе стали заж...гаться звезды. Забл...стел серп м...л...дого мес...ца. Теперь я узнал д...рогу и предпол...гал что через час буду дома.

Задание 2. *Повторите правописание приставок. Перепишите предложения, вставив пропущенные буквы. Расставьте недостающие знаки препинания при однородных членах предложения.*

Перед самым селом п...р...езжаем речку вброд. На спуске перед церковью ра...ливается море сарафанов мужицких голосов. Народ все пр...бывает мужики в пиджаках ребятишки со свистульками, на ра...пряженных телегах сидят пр...старелые пр...езжие. Над колокольнями белеют верхи палаток, а над ними – облака, и падают вьются стрелами свищут в воздухе стрижи.

Медленно пр...бираясь в ра(с, сс)тупившейся толпе, по...ъезжаем к ограде пр...вязываем лошадей. На дощатом пр...лавке ра...ложены картинки и книги, и мещанин-пр...давец по...совывает календари и книги с з...манчивыми названиями. Всё смех и ржанье лошадей крик бабы, ругающей мужика, (с, з)ливается в один ярмарочный гул. За время работы ярмарки хочется успеть (с, з)делать многое пр...смотреть липового меда п...дешевле п...торговаться в свое удовольствие пр...купить гостинцев родным.

В обед негаданно с...бирается туча, и дождь, по...нимая пыль, барабанит по усыпанной по...солнечной шелухой дороге. Но летний дождь быстро пр...ходит, и яркая радуга, упершись в реку, широким полотенцем ра...кидывается над ярмаркой. С ярмарки народ ра...ъезжается только после обеда. (По И. Соколову-Микитову)

Задание 3. *Повторите правописание Ъ и Б (учтите разные функции Б). Перепишите, вставив, где необходимо, пропущенные буквы.*

Пред...юбилейное мероприятие, обжеч...ся огнем, решил удалит...ся проч..., кофе был горяч..., достан...те багаж..., чувствовать гореч... неудач..., выть по-волч...и, любител...ская кинос...емка, должность камен...щика, выйти замуж... осен...ю, береч... здоров...е, сроч...ный заказ, лечить кон...юнктивит, уловить фал...ш... в голосе, трех...этажный павил...он, заменить мед...ю, назнач...те время трех встреч..., с...еш... во время лан...ча, следить за своей реч...ю, купает...ся в реке, оформиш... пен...сию, остав...те антиквару старинную брош..., четырех...ядерный процессор, волосы до плеч..., сер...езный компан...он, умнож...те полученный резул...тат, он хорош... собой, выявить из...ян, декабр...ские морозы, с...агитировать на выборы, коротко стрич...ся, сверх...естественный об...ект, боиш...ся ос...минога, неб...ющаяся вещ..., об...емный текст п...есы, не забуд...те плащ..., невтерпеж... ждать, раз...яренный бык, разрабатывать кар...ер.

Задание 4. *Повторите правописание Н и НН в причастиях, прилагательных и образованных от них формах. Перепишите текст, вставив пропущенные буквы и расставьте недостающие знаки препинания при причастных оборотах. Причастные обороты подчеркните.*

Было нестерпимо холодн...о, и даже не верилось, что днем придется жариться в раскален...ом пекле. Среди потрескавшихся от зноя пород обнаруживаются словно бы отполирован...ые плиты гранита. В этом заброшен...ом неповторимом уголке необозримой пустыни существование человека – никогда не прекращающееся сражение с природой. Палатки кочевников соседствуют с домами сложен...ыми из обожжен...ого кирпича.

Снаружи жилище покрывает сетка сплетен...ая из жесткой травы. Узор наносится и на пленку, которой палатка скрепляется изнутри.

Все палатки украшен...ы под цвет камен...ых глыб. Комнаты соединен...ы переходами из плетен...ых циновок. Все разложено...о аккуратно...о, повсюду чистота. Сбоку вышел мужчина в незаменимом традицион...ом облачении. На нем накидка казавшаяся накрахмален...ой. Бросался в глаза и меч повеш...н...ый к поясу.

Геолог подходит к карте разукрашен...ой цветными пометками. Все, что нанесен...о на нее, – плод трудн...ых поисков в горах прокален...ых солнцем. Новые месторождения открывают разведчики недр. (По Б. Фетисову)

Задание 5. *Повторите правописание НЕ и НИ с разными частями речи. Перепишите текст, вставив пропущенные буквы и раскрыв скобки.*

Нет (н...)чего лучше Невского проспекта, по крайней мере в Петербурге. Чем (н...)блестит эта улица – красавица нашей столицы! Я знаю, что (н...)один из бедных чиновных ее жителей (н...)променяет на все блага Невского проспекта. Да и кому же он (н...)приятен? Здесь единствен...ое место, где показываются люди (н...)по(н...)обходимости, куда загнала их надобность и меркантильный интерес, об...емлющий весь Петербург. Здесь житель Петербургской или Выборгской части, (н...)сколько лет (н...)бывавший у своего приятеля в Песках или у Московской заставы, может быть уверен, что встретится с ним (н...)пр...мен...о.

Можно сказать решительно, что в это время, то есть до двенадцати часов, Невский проспект (н...)составляет (н...)(для)кого цели, он служит только средством: он постепен...о заполняется лицами, имеющими свои занятия, свои заботы, свои досады, но вовсе (н...)думающими о нем. В это время, что бы вы на себя (н...)надели, хотя бы даже вместо шляпы был картуз у вас на голове, хотя воротнички слишком высунулись из вашего галстука, – (н...)кто этого (н...)заметит. (по Н. В. Гоголю)

Задание 6. *Повторите правописание наречий и частиц. Перепишите текст, вставив пропущенные буквы и раскрыв скобки. Вставьте недостающие знаки при деепричастных оборотах. Деепричастия подпишите.*

Лето выдалось знойное и сокрушило все. Земля иссохла, прокалилась до того, что ящерицы (не)боясь (ни)кого прибегали на порог с отчаянно колотящимися глотками, лиш... (бы) куда(нибудь) спрятаться. А коршуны забирались (в)высь и (на)долго умолкали в горящем мареве.

И ребят непоседливых сморила (не)померная жара. Они прятались от нее под стенами домов выглядывая (из)редк... (от)туда на проходящие мимо них пассажирские и товарные поезда. Когда у разъезда составы сбавляли ход, детям казалось, что уж... этот(то) поезд

притормозит и остановится. Они бежали за ним (в)догонку заслоняясь ручонками от солнца и (по)детски наивно надеясь укатить из пекла.

Тяжко было смотреть, с какой завистью и печалью малыши глядели (в)след уходящим в неизвестность, (на)стеж... раскрытым вагонам. Пассажиры выглядывали из открытых окон, то(же) сходили с ума от духоты и мечтали о том, что(бы) (на)утро очутиться там, где прохладные реки и зеленые леса. Вряд(ли) они задумывались о том, что жара может задержаться... (По Ч. Айтматову)

Задание 7. *Повторите правила постановки знаков препинания в сложных предложениях. Перепишите предложения, расставив знаки препинания. Обратите особое внимание на пунктуацию при однородных и обособленных членах предложения. Подчеркните грамматические основы.*

1. Сначала соседи смеялись между собою над высокомерием Троекурова и каждый день ожидали чтоб незваные гости посетили Покровское где было им чем поживиться но наконец принуждены были с ним согласиться и сознаться что и разбойники оказывали ему непонятное уважение. (А. С. Пушкин)

2. Раза три в год Финский залив и покрывающее его серое небо нарядаются в голубой цвет и млеют любуясь друг другом и северный человек едучи из Петербурга в Петергоф не насмотрится на редкое чудо млеет в непривычном зное и все заликует дерево цветок и животное. (И. А. Гончаров)

3. Я писал вам как мы гонимые бурным ветром дрожа от холода пробежали мимо берегов Европы как в первый раз пал на нас у подошвы гор Мадейры ласковый луч солнца и заплескали голубые волны засияли синие небеса как мы жадно бросились к берегу погреться горячим дыханием земли. (И. А. Гончаров)

4. Иногда бывает что облака в беспорядке толпятся на горизонте а солнце прячась за них красит их и небо во всевозможные цвета в багряный оранжевый золотой лиловый грязно-розовый. (А. П. Чехов)

5. Направо темнели холмы налево все небо было запито багровым заревом и трудно было понять был ли то пожар или же собиралась всходить луна. (А. П. Чехов)

6. Живя здесь я реже попадался на глаза отцу и его гостям и мне казалось что если я живу не в настоящей комнате и не каждый день хожу в дом то слова отца что я сижу у него на шее звучат уже как будто не так обидно. (А. П. Чехов)

7. Он пел и от каждого звука его голоса веяло чем-то родным и необозримо широким словно знакомая степь раскрывалась перед нами уходя в бесконечную даль. (И. С. Тургенев)

8. Большая низкая лампа с непрозрачным абажуром стоящая на письменном столе горела ясно но освещала только поверхность стола да часть потолка образуя на нем дрожащее круглое пятно света в остальной комнате все было в полумраке в нем можно было разглядеть только шкаф с книгами большой диван еще кое-какую мебель. (В. Гаршин)

9. Куда ни обращаешь взор всюду как будто встречаешь быстро удаляющийся образ лета которое время от времени оборачивается назад и бросает прощальную меланхолически-задумчивую улыбку. (Д. Григорович)

10. А на него посмотришь и кажется что вся эта земная деятельность для него только лишь забава и ею занят он пока а настоящие его заботы где-то впереди куда порою устремлялись его бойкие но как бы неживые оловянного блеска глаза. (Ф. Сологуб)

11. На седом фоне тумана ближайшие сосны однотонно плоско и неясно вырисовываются своими прямыми и голыми стволами и в их неподвижности среди этой голубой тишины и среди этого холодного тумана чувствуется что-то суровое печальное и покорное. (А. И. Куприн)

ТЕМА 3. АКЦЕНТОЛОГИЧЕСКИЕ НОРМЫ

Цель – повторить характеристику русского языка, составить собственный акцентологический словарь при выполнении упражнений³.

Основные понятия темы:

Акцентологические нормы – это правила постановки ударения в слове.

Омонимы – слова, у которых от постановки ударения зависит значение.

Задание 1. *Расставьте ударения в следующих словах. Укажите варианты постановки ударения (например, ста́ртер и ста́ртёр):*

1) Асимметрия, блага, кулинария, столяр, добыча, плато, диоптрия, творог, средства, шофер, туфля, эксперт, кремень, страховщик, нефтепровод, маркетинг, шасси, христианин, рассредоточение, досуг, жалюзи, танцовщица, шарфы, торты, искра, бармен, вероисповедание, квартал, симметрия, диспансер, обеспечение, склады, таможня, щебень, баржа, алкоголь, индустрия, приговор, генезис, договор, свекла, бижутерия, каталог, ходатайство, километр, пережитое, хвоя, полиграфия, ортопедия, пиццерия, стюард, овен, упрочение (*имена существительные*).

2) Асбестовый, совестливый, мизерный, оптовый, мастерски, украинский, втридорога, важно, тотчас, просмотрный, завидно, правы, давнишний, стары, одновременный, красивее, красивейший, равны, семестровый, счастливо, досыта, иначе, поутру, начерно, зубчатый (*имена прилагательные и наречия*).

3) Аранжировать, заржаветь, нормировать, убыстрить, заплесневеть, новорожденный, опошлить, баловать, балованный, расклеванный, дарит, включишь, включенный, копировать, повторишь, понял, звонит, закупорить, начался, начатый, положить, положил, вручит, врученный, доложишь, облегчить, осведомиться, премировать, черпать, ободрить, пломбировать, вогнутый, вскружит, буксировать, скрещенный, разрыхлить, плодоносить, наклоненный, окислить (*глагольные формы*).

Задание 2. *Поясните, как зависит значение от постановки ударения в следующих словах (омонимах):*

Глазки, замок, рожки, выкупать, ирис, характерный, полки, хлопок, мука, вычитать, орган, видение, острота, трусить, свойство, гвоздики, бронировать, кредит, угольный, правило, провидение, полнить, лавровый, электрик.

Например: пла́чу (1 лицо ед. число от глагола «плакать») – плачу́ (1 лицо ед. число от глагола «платить»).

³ При выполнении заданий пользуйтесь орфоэпическим словарем или словарем трудностей при постановке ударения.

Задание 3. Прочитайте предложения, обращая внимание на постановку ударения в подчёркнутых словах. Составьте по аналогии свои предложения, используя любые слова из задания 1 и / или 2.

1. В последнем квартале этого года эксперты одной из фирм заключили выгодный договор на прокладку газопровода, за что были премированы. 2. Для обеспечения здорового образа жизни исключите из своего рациона арахис, торты и алкоголь, а включите в него творог, свеклу и щавель. 3. В мебельном отделе нашего торгового центра вы можете приобрести красивейшие кухонные гарнитуры по оптовым ценам.

ТЕМА 4. ОРФОЭПИЧЕСКИЕ НОРМЫ

Цель – повторить правила транскрибирования слов, выявить основные трудности в плане произношения, составить собственный орфоэпический словарь при выполнении упражнений⁴.

Основные понятия темы:

Орфоэпические нормы – это правила произношения слов.

Транскрипция – графическая запись того, как произносится слово (всегда в квадратных скобках).

Задание 1. Отметьте правильное произношение сочетания ЧН в следующих словах. Распределите слова на три группы:

[шн]	[шн] и [чн]	[чн]

1) Шуточный, копеечный, отличник, девичник, будничный, булочная, очечник, полуночник, нарочно, прачечная, скучно, скворечник, горчичник, Фоминична, яичница, достаточно, порядочный, горничная, Никитична, двоечник, пустячный, Ильинична, конечно, спичечный, подсвечник, Кузьминична.

2) Шапочный мастер – шапочное знакомство, сердечные капли – друг сердечный, подаренная перечница – чертова перечница.

Задание 2. Отметьте правильное произношение согласного перед Е в следующих словах. Распределите слова на три группы:

Твёрдое произношение	Варианты	Мягкое произношение

Автосервис, дефис, агрессия, дендрарий, бухгалтер, депрессия, гарем, термин, шинель, термос, патент, сессия, тенденция, рейд, газель, дезодорант, фанера, Одесса, академия, бизнесмен, деградация, менеджер, музей, деканат, темперамент, тезис, аксессуар, протекция, бандероль, гипотеза, детектив, кредо, бассейн, экспресс, дедукция, декада, темп, терапевт, дефицит, интервал, дебаты, рельсы, ниппель, компетентный, дезинформация, пресса, цистерна, стратегия, тренинг, сенсорный, сейф, портмоне.

⁴ При выполнении заданий пользуйтесь орфоэпическим словарем или словарем трудностей произношения.

Задание 3. Прочитайте слова, обращая внимание на произношение ударного звука, обозначенного буквой Е:

1) Острие, поблекший, афера, хребет, оседлый, одноименный, маневренный, опека, жернов, желчь, блеклый, желоб, безнадежный, бытие, повлекший, жердочка, никчемный, гладкошерстный, гашеный, недоуменный.

2) Именительный падеж – падеж скота;

Истекший срок – истекший кровью;

Кричит как оглашенный – оглашенный приговор;

Совершенные пропорции – совершенные поступки;

Крестный ход – крестный отец.

Задание 4. Прочитайте слова, обращая внимание на произношение выделенных согласных:

1) **Масса**, **суррогат**, **группа**, **грипп**, **терраса**, **аттестат**, **коллега**, **металл**, **сумма**, **аннотация**, **кристалл**, **одиннадцать**, **иллюзия**, **ванна**, **апелляция**, **касса**, **галлюцинация**, **нетто**.

2) **Дрожжи**, **бухгалтер**, **позже**, **вожжи**, **изжарить**, **выжженный**, **песчаный**, **изжить**, **разжать**, **жестче**, **низший**, **дожди**, **резче**, **визжать**, **изжога**, **масштаб**, **можжевелник**, **безжизненный**, **расчет**, **съезжу**, **приезжай**.

Задание 5*. Прочитайте следующий текст, обращая внимание на правильное произношение и постановку ударения в подчеркнутых словах:

Примером успешного ведения бизнеса в различных отраслях экономики является деятельность фирмы «Mihail-tur». За 11 лет ее существования удалось сформировать коллектив профессионалов из высококвалифицированных менеджеров, компетентных экспертов, торговых агентов. Компании принадлежат две трети долей уставного фонда АО «Лейбл-мастер», владельца одного из крупнейших торговых центров города. Занимаясь оптовым поставкам подростковой одежды, фирма поддерживает связи с модельными агентствами, что позволяет обновлять коллекции на 15 процентов каждый квартал. С ассортиментом одежды можно познакомиться по объемному каталогу, размещенному на корпоративном интернет-сайте. Руководство фирмы заявило о намерении углубить это направление, для чего налаживаются связи с другими поставщиками, проводятся маркетинговые исследования с целью изучения конъюнктуры рынка в трех крупнейших областях региона. В планы компании входит также сосредоточение средств в области дорожного строительства. Начата подготовка к тендерным торгам, намеченным на первую декаду ноября, к участию в которых приглашаются компании, заинтересованные в строительстве современного путепровода.

ТЕМА 5. СЛОВООБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ

Цель – вспомнить состав слова, научиться находить в предложениях ошибки, связанные с неверным образованием слова.

Основные понятия темы:

Словообразовательные нормы – это правила образования новых слов.

Задание 1. Найдите в предложениях слова, в которых нарушена словообразовательная норма, запишите их. Выделите неправильно выбранную часть слова (приставку, суффикс). Исправьте допущенные ошибки.

1. Завесьте, пожалуйста, килограмм помидоров с витрины. 2. Студенты в очередной раз немного запоздали на лекцию. 3. Уважаемые пассажиры, проходите по-быстрому в середину вагона или садитесь взад. 4. Он был коренным курчанином и после учебы в Москве вернулся в родной Курск. 5. Чтобы сдать зачет, важно завсегда посещать занятия. 6. Одна из самых актуальных проблем современной России – это взятничество в государственных учреждениях. 7. После концерта микрофоны со сцены надо будет перенести взад. 8. Многие кавказские народы отличает их гостеприимчивость. 9. Моя жизнь в этом году была наполнена заботами о заканчивании школы и поступлении в университет. 10. Сегодня у первого курса была лекция по химии заместо высшей математики.

ТЕМА 6. ЛЕКСИЧЕСКИЕ НОРМЫ

Цель – вспомнить основные типы речевых ошибок, связанных со значением слова.

Основные понятия темы:

Лексические нормы – это правила употребления слова в точном значении, которое закрепилось в литературном языке и зафиксировано в толковых словарях.

Паронимы – это слова однокоренные, близкие по форме, но абсолютно разные по значению.

Речевая избыточность – это употребление лишних слов (тавтология, плеоназм).

Лексическая сочетаемость – это способность слова соединяться с другими словами по значению.

Жаргонизм – слово, свойственные для речи той или иной социальной, профессиональной группы людей.

Фразеологизм – устойчивое словосочетание, смысл которого не определяется значением отдельно взятых слов

Задание 1. Объясните разницу в значении приведенных ниже паронимов. Составьте с каждым из них словосочетание, подбрав подходящее по смыслу слово.

Осудить – обсудить, удачливый – удачный, соседний – соседский, жилой – жилищный, поступок – проступок, опечатки – отпечатки, командированный – командировочный, усвоить – освоить, эффективность – эффективность, невежа – невежда, представить – предоставить, цельный – целый, искусный – искусственный, практический – практичный; гуманный – гуманистический – гуманитарный; плодovitый – плодовый – плодотворный, экономический – экономичный – экономный.

Задание 2. Найдите в следующих предложениях избыточные словосочетания, выпишите их. Объясните причину избыточности, указав на лишнее слово (или лишние слова).

1. При входе в «Копирус» висит прейскурант цен на предлагаемые услуги. 2. Уезжая из Москвы, мы купили памятные сувениры в киоске у вокзала. 3. Для преподавателя важно то, какие взаимоотношения друг с другом сложились между студентами в группе. 4.

Неприятно резал слух голос, доносившийся из конференц-зала. **5.** Депутату приходится встречаться со всеми социальными слоями общества.

Задание 3. *Найдите в следующих предложениях иноязычные по происхождению слова, которые употреблены в неточном значении. Запишите свой вариант исправления.*

1. Рабочий станка допустил целый ряд дефектов при изготовлении деталей. **2.** Пейзаж Екатеринбурга за последние десять лет обогатился современными постройками, хотя многие памятники архитектуры и были реконструированы до основания. **3.** В целях профилактики основное внимание уделяется ранним проявлениям, т. е. дебюту гриппа. **4.** Для окон актового зала мы долго искали гардины длиной 4 метра, а уже потом подбирали шторы в тон стен. **5.** В январе состоялся бенефис талантливого исполнителя: он впервые выступал на профессиональной сцене.

Задание 4. *Найдите в следующих предложениях нарушения правил лексической сочетаемости слов. Запишите свой вариант исправления.*

1. Грамотный руководитель должен показывать образец своим подчиненным. **2.** Нововведения сыграли важное значение в развитии горного комбината. **3.** Красочное оформление детских книг издательства «Эгмонт» должно вызвать внимание и заинтересовать покупателей. **4.** Новогодний спектакль в Театре кукол оказал на детей большое впечатление. **5.** Первую лекцию по геологии в этом году провел молодой преподаватель.

Задание 5. *Найдите в предложениях жаргонные, просторечные, разговорные слова, замените их литературным вариантом и запишите исправленный вариант.*

1. Несколько студентов до сих пор не отнесло хвостовки в деканат. **2.** В центре Екатеринбурга забабахали очередную свечку. **3.** Я считаю, что необходимо избавляться от любой нецензурщины в нашей речи. **4.** После окончания вуза мы решили замутить свой бизнес, решив, что в этом деле нам по-любому повезет. **5.** Работяги привыкли вкалывать на заводе от зари до зари.

Задание 6. *Исправьте в следующих предложениях речевые ошибки, вызванные неправильным употреблением фразеологизма.*

1. Михаил на публике говорит очень убедительно, язык у него хорошо подвязан. **2.** Туристам кинулась в глаза красота уральской природы. **3.** Его обещания рубля ломаного не стоят. **4.** Об умельцах у нас говорят: «Они в своем деле коня подковали». **5.** К сожалению, студенты редко сейчас грызут камень науки по-настоящему.

Задание 7*. *Найдите и исправьте в следующих предложениях речевые ошибки. Запишите правильный вариант.*

1. Норвежские спортсмены по-прежнему остаются нашими самыми серьезными оппонентами в биатлоне. **2.** В своей работе руководители горных предприятий руководствуются новейшей научной и методической литературой. **3.** Многодетным семьям, чтобы жить достойно, приходится искать несколько истоков доходов. **4.** Обычно мы общаемся, не придавая важности невербальным средствам коммуникации. **5.** Екатеринбургская Епархия активно распространяет душевную литературу. **6.** Продукты Черкашинского мясокомбината пользуются авторитетом у покупателей. **7.** Исправьте

ошибки в контрольной работе так, чтобы было правильно. **8.** Все места на парковке были заняты, и поэтому много машин толпилось на обочине. **9.** К маю ветераны ВОВ получили очередную добавку к пенсии. **10.** После собеседования она сказала, что на должность промоутера брали только смазливых молодых людей. **11.** В прошлом году выдался неурожайный год в плане картошки. **12.** Ребенок с рождения имитирует поведение родителей. **13.** На Неделе первокурсника нам сразу выдали студики и зачётки. **14.** Команда нашего факультета заняла первенство в смотре художественной самодеятельности. **15.** После первых же дней изнурительной работы на Севере очень хотелось вернуться назад домой.

ТЕМА 7. МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ НОРМЫ

Цель – вспомнить правила определения рода у существительных и аббревиатур, особенности несклоняемых существительных, образования некоторых грамматических форм разных частей речи и научиться исправлять ошибки, связанные с их неверным образованием (все это с опорой на учебную литературу и словари⁵).

Основные понятия темы:

Морфологические нормы – это правила образования грамматических форм слова.

Задание 1. *Определите род у следующих существительных и аббревиатур. Подберите к ним подходящие по смыслу прилагательные (или причастия), учитывая правила синтаксического согласования.*

1) Атташе, авеню, адвокат, ампула, ассорти, аэрозоль, белоручка, бра, беже, боа, боди, бродяга, видео, визави, врач, выскочка, гну, гуру, денди, доцент, евро, жалюзи, жюри, зануда, иваси, какаду, кантри, каре, кашне, кенгуру, киви, кимоно, колибри, коллега, колли, кольраби, кофе, крупье, кутюрье, лама, левша, манго, картины, маэстро, меню, миледи, монпансье, недоросль, непоседа, ниндзя, пани, пари, педагог, пенальти, пенсне, пони, преподаватель, протеже, профессор, растяпа, резюме, рефери, сабо, салями, сирокко, спагетти, табу, такси, тамада, танго, толь, торнадо, турне, тюль, фламинго, фрау, хачапури, хиппи, цеце, цунами, шасси (*склоняемые и несклоняемые существительные*).

2) Айдахо, Бали, Борнео, Гоби, Дели, Калахари, Капри, Килиманджаро, Колорадо, Лимпопо, Мехико, Миссисипи, Онтарио, Сорренто, Тбилиси, Толедо, Чили (*имена собственные*).

3) АО, АТС, БАМ, бомж, ВТО, вуз, ГАЗ, ГОК, ГУМ, ДК, дот, ДСП, ДТП, жэк, колхоз, КПП, ЛДПР, МВД, МИД, НИИ, НХЛ, НЭП, общепит, ООН, ПК, полпред, СЕ, СМУ, СНГ, СССР, ТАУ, ТВ, ТРЦ, УЗТМ, ФГБОУ, ФМС, ФСБ, ЦУМ (*аббревиатуры*).

Задание 2. *Определите род у следующих сложносоставных существительных. Составьте с ними словосочетания **прил.** + **сущ.***

Диван-кровать, музей-квартира, генерал-губернатор, плащ-палатка, идея-фикс, конференц-зал, жар-птица, кафе-столовая, чудо-человек, матч-реванш, салон-парикмахерская, программа-максимум, женщина-космонавт, альфа-излучение, ракета-носитель, премьер-министр, кофе-пауза.

⁵ При выполнении заданий пользуйтесь орфоэпическим словарем или словарем грамматических трудностей.

Задание 3. Определите, какие фамилии при заполнении бланка письма или заявления будут склоняться, а какие нет. Обращайте внимание на пол человека. Запишите эти имена и фамилии в нужном падеже.

Кому:

Сергей Левченко, Александр Живаго, Елена Сверчук, Анна Шевченко, Константин Ярош, Татьяна Чубинец, Вероника Лежава, Андрей Горенко, Борис Станкевич, Виталий Воробей, Ирина Шевчук, Иван Миклухо-Маклай, Виктор Доброво, Владислав Карамыш, Анна Диоп, Андрей Кожемяк, Мария Мицкевич, Петр Галаган, Маргарита Венда, Вадим Черных.

От кого:

Николай Черныш, Наталья Седых, Светлана Карась, Семен Фоменко, Лев Щерба, Сергей Соловьев-Седой, Александр Максимаджи, Екатерина Франюк, Леонид Березняк, Юлия Родных, Максим Жук, Алёна Ремесло, Николай Стрижак, Наталия Черных, Марат Ардзинба, Вера Ноздреватых, Виктория Приходько, Евгений Столпнер, Кирилл Шапиро, Станислав Горбачевич.

Задание 33. Заполните таблицу следующими существительными, в зависимости от того, как у них образуется форма именительного падежа множественного числа.

Окончание -а/ -я	Окончание -ы/ -и	Варианты -а/ -я и -ы/ -и

Отдельно укажите существительные, у которых от выбора окончания в этой форме зависит значение (например, ордера – «документы» и ордеры – «элементы в архитектуре»).

1) Брелок, бухгалтер, ветер, вексель, возраст, герб, год, директор, договор, жемчуг, инженер, инспектор, клин, колос, купол, лектор, медвежонок, небо, окорок, офицер, отпуск, пандус, паспорт, плинтус, почерк, прииск, прожектор, профессор, ребенок, редактор, сектор, семя, слесарь, столяр, сторож, табель, токарь, тополь, трактор, хозяин, цех, чудо, шило, шофёр, штемпель.

2) Корпус, лагерь, образ, повод, полоз, полутон, провод, пропуск, прут, тормоз, хлеб.

Задание 4. Образуйте форму родительного падежа множественного числа от следующих существительных. Отметьте наличие вариантов (например, ласты – ластов и ласт).

Армяне, апельсины, басни, блюдца, болгары, ботинки, брызги, буряты, валенки, гардемарины, гектары, граммы, грузины, дела, деньги, джинсы, заморозки, казахи, калории, кастрюли, килограммы, клавиши, комментарии, макароны, мандарины, мечты, микроны, мокасины, носки, осетины, партизаны, перила, перипетии, петли, плечи, полотенца, поместья, помидоры, просьбы, развилки, рельсы, русла, сани, сапоги, сбои, свадьбы, свай, свечи, серьги, солдаты, тапочки, тиски, турки, туфли, цыгане, чукчи, чулки, южане, юнги, яблоки, ясли.

Задание 5. Раскройте скобки, заменяя цифровые обозначения словами, правильно определяя падеж числительных и существительных.

1. Выборы в Государственную Думу состоялись в (358 округов). 2. Появилась серия вспомогательных пособий с (5 735 чертежей). 3. Теплоход с (657 отдыхающих) плыл вниз по Волге. 4. За время последней экспедиции мы прошли свыше (2 580 километров). 5. Нарушения техники безопасности были выявлены на (4 893 предприятия).

Задание 6. *Исправьте неверное употребление числительных в следующих предложениях:*

1. Лекция по философии будет прочитана для **обоих** студенческих групп. 2. Мать-героиня воспитала **семерых** сыновей и **четверых** дочерей. 3. Забор тянулся по **обоим** сторонам улицы и ограничивал движение. 4. **Двоих** подруг она уже встретила по приезде в родной город. 5. Главные достопримечательности Санкт-Петербурга расположены по **обеим** берегам Невы.

Задание 7. *Выпишите из предложений неправильно образованные грамматические формы. Запишите исправленный вариант.*

1. Всем стало понятно, что **ейное** предложение по реконструкции здания не будет одобрено. 2. После второго матча наша команда оказалась в более лучшем положении. 3. Староста пожаловалась преподавателю, что наша группа не **влазает** в аудиторию 3519. 4. **Съездя** в другой город, она поняла, как хорошо на родине. 5. Ремонтники уже второй месяц не могли сменить треснутое стекло в окне. 6. Он схватился за канат **двумя** руками. 7. Хозяйка встретила гостей в бигудях и халате. 8. Наши альпинисты покорили самые высочайшие вершины мира. 9. Я надеялся, что к началу сессии **выздоровлю**. 10. В этот раз студенты справились с заданием еще более хуже.

Задание 8. *Найдите нарушения морфологических норм. Запишите исправленный вариант предложений.*

1. Новый преподаватель кажется более образованнее. 2. Студенческое общежитие находится в полтора километрах от здания университета. 3. ФНС был создан как федеральный орган исполнительной власти. 4. В магазине «Лео-строй» разнообразные варианты цветных жалюзи. 5. Куратор совсем не интересовался ихними проблемами в учебе. 6. МВФ выделило очередной транш в 1,5 миллиарда долларов. 7. В столовой нельзя пользоваться лопнутыми стаканами. 8. Эту сумму мы добавим к тысяче двести сорокам рублям. 9. На конференцию молодых ученых пригласили самых умнейших студентов старших курсов. 10. Вскоре Сергей Исаев стал популярной тамадой на свадьбах и других торжествах. 11. На вновь открытое предприятие требуются бухгалтера, сторожи и инженера АСУП. 12. Южнее Сочи находится солнечное Сухуми. 13. На дипломную практику горный комбинат принял троих девушек с нашего курса. 14. Мама традиционно купила пять килограмм мандарин и апельсин для праздничного новогоднего стола. 15. Увидя раздраженное состояние преподавателя, студентка решила с ним не спорить.

ТЕМА 8. СИНТАКСИЧЕСКИЕ НОРМЫ

Цель – повторить основные правила построения словосочетаний и предложений

Основные понятия темы:

Синтаксические нормы – это правила, регулирующие порядок и связь слов в

Задание 1. Раскройте скобки, правильно определив падеж зависимого слова. При необходимости используйте предлоги. Запишите получившиеся словосочетания.

Согласно (устав университета), точка зрения (события), благодаря (поддержка друга), анонс (предстоящие гастроли), вопреки (мнение большинства), наперекор (судьба), вклад (развитие науки), жажда (слава), заведующий (кафедра), по (возвращение) из отпуска, отзыв (курсовая работа), рецензия (новый фильм), оплачивать (проезд), свидетельствовать (необходимость перемен), доказывать (новая теория), поделиться (результаты исследования), апеллировать (здравый смысл), по (прибытие) поезда; предостеречь (опасность) – предупредить (опасность), обращать внимание (недостатки) – уделять внимание (подготовка к экзаменам), уверенность (свои силы) – вера (победа).

Задание 2. Найдите предложения, в которых неверно употреблен деепричастный оборот. Предложите свой вариант исправления.

Образец: Подводя итог проделанной работы, мною был вдвинут ряд предложений по модернизации (действие, названное деепричастием, не относится к подлежащему).

Варианты исправления: 1) Подводя итог проделанной работы, я выдвинул ряд предложений по модернизации. 2) Когда я подвел итог проделанной работы, мною был вдвинут ряд предложений по модернизации. 3) После подведения ряда итогов проделанной работы мною был вдвинут ряд предложений по модернизации.

1. Будучи ребенком, Дмитрия всегда интересовали вопросы, связанные с техникой. 2. Читая произведения русской классики, меня охватывает чувство гордости за отечественную литературу. 3. Не чувствуя ни усталости, ни голода, наш путь к вершине продолжался. 4. Узнав эту прекрасную новость, радости студентов не было предела. 5. Первым, слегка хромя, из автобуса вышел седой старик. 6. Записываясь на практику, у студентов были очень ограничены возможности выбора места ее прохождения. 7. Вспоминая родные места, мне видится наш маленький кирпичный домик в тени тополей. 8. Глядя на ярко освещенные стены Зимнего дворца, у меня возникло желание приехать сюда еще раз. 9. Позвонив в третий раз, он с грустью понял, что никого нет дома. 10. Произведя ряд расчетов, задача была решена студентами в течение 15 минут.

Задание 3. Найдите предложения, в которых неправильно согласовано подлежащее со сказуемым. Запишите исправленный вариант.

1. Много знаменитых людей закончили наш университет. 2. Немало средств были потрачены на восстановление полуразрушенного памятника архитектуры. 3. Несколько важных дат будут отмечены в календаре помимо официальных государственных праздников. 4. На собрание по поводу летней практики явились лишь 31 студент. 5. Часть студентов не справились с итоговой контрольной работой. 6. Множество горожан приняли участие в шествии «Бессмертного полка». 7. Ряд важных вопросов не были решены во время последнего заседания Ученого совета. 8. Половина участников соревнований были размещены в студенческом общежитии. 9. Тысяча периодических изданий имеются в открытом доступе в электронной библиотеке. 10. Газета «Екатеринбургские новости» опубликовали интересную статью о творчестве молодых поэтов и писателей Урала.

Задание 4. Найдите нарушения синтаксических норм. Запишите исправленный вариант предложений.

1. Согласно распоряжения ректора всем студентам и сотрудникам необходимо пройти флюорографический осмотр. 2. Открыв дверь в аудиторию, перед моими глазами предстала странная картина. 3. Важно изучать условия жизни человека и как они связаны с процессами, происходящими сегодня в нашем обществе. 4. Молодежь всегда принимали участие в студенческой самодеятельности и спортивных мероприятиях. 5. В своей новой статье автор исследует и размышляет о возможностях искусственного интеллекта. 6. Приказ был подписан ректором университета, устанавливающий обязательное посещение занятий, и доведен до сведения сотрудников вуза, преподавателей и студентов. 7. Несколько членов Ученого совета не присутствовали на очередном заседании. 8. В район приехал инструктор для подготовки специалистов по борьбе с сельскохозяйственными вредителями из местных жителей. 9. Ученики горного лицея поступают в престижные учебные заведения, родители которых гордятся их успехами в учебе. 10. Можно было согласиться лишь с теми положениями доклада, где приводились статистические данные для подтверждения гипотезы. 11. Сдав нормативы ГТО, большинству из нас был вручен золотой значок. 12. Учебное пособие не только предназначено для преподавателей, а также и для студентов и аспирантов. 13. Скоро будет заселен многоквартирный дом, выросший на глазах за несколько месяцев и который уже приняла комиссия. 14. Нам предложили поселиться в номере-люкс новой гостиницы для туристов с видом на море. 15. Преподаватель попросил студентов, чтобы они ему напомнили на следующем занятии, чтобы он им распечатал раздаточный материал к семинарскому занятию.

ТЕМА 9. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СТИЛЕЙ

Цель – повторить систему функциональных стилильных стилей русского языка, научиться определять стиль текста и доказывать свою точку зрения в этом вопросе.

КОНСПЕКТ следующего материала к занятию (основные понятия выделены в тексте):

Функциональный стиль – это исторически сложившаяся и социально осознанная разновидность языка, функционирующая в определенной сфере человеческой деятельности и общения, создаваемая особенностями употребления в этой сфере языковых средств и их специфической организацией.

В основе классификации стилей лежат экстралингвистические факторы: сфера применения языка, обусловленная ею тематика и цели общения. Сферы применения языка соотносятся с видами деятельности человека, соответствующими формам общественного сознания: наука, идеология, право, искусство, религия. Выделяются стили официальной речи (книжные): **научный, официально-деловой, публицистический, литературно-художественный, церковно-религиозный**. Им противопоставлен стиль неофициальной речи – **разговорный**, экстралингвистической основой которого является сфера бытовых отношений и общения (быт как область отношений людей вне их непосредственной производственной и общественно-политической деятельности).

Сферы применения языка в значительной мере влияют на тематику и содержание высказывания. Каждая из них имеет свои актуальные темы. Например, в научной сфере обсуждаются проблемы научного познания мира, в сфере бытовых отношений – бытовые

вопросы. Однако в разных сферах может обсуждаться одна и та же тема, но цели преследуются неодинаковые, вследствие чего высказывания различаются и по содержанию, и по форме (см. **Задание 1**).

Каждый стиль обладает определёнными языковыми особенностями (прежде всего лексическими и грамматическими). Можно говорить лишь об относительной замкнутости функциональных стилей: большинство языковых средств в каждом стиле нейтральные, межстилевые. Однако ядро каждого стиля образуют присущие именно ему языковые средства с соответствующей стилистической окраской и едиными нормами употребления.

Следует отбирать слова и конструкции в соответствии с выбранным стилем, особенно в письменной речи. Употребление разностилевых языковых средств в рамках одного текста ведет к появлению стилистических ошибок. Часто встречаются ошибки, связанные с неуместным употреблением канцеляризмов, а также злоупотреблением специальными терминами в ненаучном тексте и использованием разговорной и просторечной лексики в книжных текстах (см. **Задание 2**).

Можно сделать вывод, что **стилистические нормы** – это 1) правила употребления языковых средств в соответствии с выбранным стилем и 2) правила выбора стиля, соответствующего условиям общения.

Таким образом, специфические черты каждого функционального стиля можно описать, ориентируясь на целый ряд признаков, которые обозначаются как **стилеобразующие факторы**, а также на его стилевые и языковые особенности. Кроме того, каждый стиль включает в себя тексты разных жанров (см. **Задание 3**).

Функциональный стиль	Стилеобразующий фактор							Жанры
	Доминирующая языковая функция	Форма общественно-го сознания	Основная форма речи	Типичный вид речи	Тон речи	Тип адресата		
Научный	Сообщение	Научное сознание	Письменная	Монолог	Нейтральный	Массовый (подготовленный к восприятию научной информации)	Учебник, монография лекция, научная статья, аннотация, реферат, конспект, тезисы, курсовая работа, выпускная работа, диссертация, доклад	
Официально-деловой	Сообщение / воздействие	Правовое сознание	Письменная	Монолог	Нейтральный / императивный	Массовый	Конституция, закон, приказ, указ, распоряжение, положение, регламент, заявление, автобиография, резюме, характеристика	
Публицистический	Сообщение + воздействие	Идеологическое сознание	Письменная и устная	Монолог и диалог	Обусловленный содержательно	Массовый	Репортаж, интервью, очерк, дискуссионное выступление, статья, информационная заметка	
Литературно-художественный	Воздействие	Эстетическое сознание	Письменная	Обусловленный родом и жанром литературы	Обусловленный эстетической задачей	Массовый (подготовленный к восприятию классических произведений)	Роман, повесть, рассказ, новелла, стихотворение, поэма, баллада	
Церковно-религиозный	Воздействие	Религиозное сознание	Письменная и устная	Монолог	Обусловленный ситуативно	Массовый	Исповедь, проповедь, житие, молитва	
Разговорный	Общение	Обыденное сознание	Устная	Диалог и полилог	Обусловленный ситуативно	Личный (конкретный собеседник)	Дружеская беседа, семейная беседа, быговой спор, байка	

Задание 1. *Прочитайте тексты, посвященные одной теме. Определите функционально-стилевую принадлежность текстов, опираясь на стилеобразующие факторы и языковые особенности каждого из них.*

Текст 1

Гроза – атмосферное явление, заключающееся в электрических разрядах между так называемыми кучево-дождевыми (грозовыми) облаками или между облаками и земной поверхностью, а также находящимися над ней предметами. Эти разряды – молнии – сопровождаются осадками в виде ливня, иногда с градом и сильным ветром (иногда до шквала). Гроза наблюдается в жаркую погоду при бурной конденсации водяного пара над перегретой сушей, а также в холодных воздушных массах, движущихся на более теплую подстилающую поверхность.

Текст 2

Как передает наш корреспондент, вчера над центральными районами Пензенской области прошла небывалой силы гроза. В ряде мест были повалены телеграфные столбы, порваны провода, с корнем вырваны столетние деревья. В двух деревнях возникли пожары в результате удара молнии. К этому прибавилось еще одно стихийное бедствие: ливневый дождь вызвал сильное наводнение. Нанесен значительный ущерб сельскому хозяйству. Временно было прервано железнодорожное и автомобильное сообщение между соседними районами.

Текст 3

Доводим до Вашего сведения, что вчера после полуночи над районным центром – городом Нижний Ломов и прилегающей к нему сельской местностью – пронеслась сильная гроза, продолжавшаяся около получаса. Скорость ветра достигала 30-35 метров в секунду. Причинен значительный материальный ущерб жителям деревень Ивановка, Щепилово и Вязники, исчисляемый, по предварительным данным, сотнями тысяч рублей. Имели место пожары, возникшие вследствие удара молнии. Сильно пострадало здание школы в деревне Курково, для его восстановления понадобится капитальный ремонт. Вышедшая из берегов в результате проливного дождя река Вад затопила значительную площадь. Человеческих жертв нет. Образована специальная комиссия для выяснения размеров причиненного стихийным бедствием ущерба и оказания помощи пострадавшему местному населению. О принятых мерах будет незамедлительно доложено.

Текст 4

Ты не поверишь, какая гроза прошла вчера над нами! Я человек не робкого десятка, и то испугался насмерть.

Сначала все было тихо, нормально, я уже собирался было лечь, да вдруг как сверкнет молния, бабахнет гром! И с такой силищей, что весь наш домишко задрожал. Я уже подумал, не разломалось ли небо над нами на куски, которые вот-вот обрушатся на мою несчастную голову. А потом разверзлись хляби небесные... В придачу ко всему наша безобидная речушка вздулась, распухла и ну заливать своей мутной водицей все вокруг. А совсем рядом, что называется – рукой подать, загорелась школа. И стар и млад – все повысыпали из изб, толкутся, орут, скотина ревет – вот страсти какие! Здорово я перепугался в тот час, да, слава Богу, все скоро кончилось.

Текст 5

При Крещении священник крестообразно помазывает лоб христианина святым миром, говоря: «Печать дара Духа Святаго». Впоследствии всякий раз, когда христианин осеняет себя крестным знаменем, он поклоняется спасительной Страсти Господней и призывает

крестную силу, иже есть сила крестной смерти нашего Христа. Говоря: «Кресте Христов, спаси нас силою твоею», мы призываем силу крестной жертвы Господа. Поэтому крест обладает великой силой. Например, началась гроза. Сверкают молнии, и в большой железный крест на колокольне тоже может ударить молния. Однако, если стоящий под этим железным крестом христианин имеет на себе вот такой маленький крестик и говорит: «Кресте Христов, спаси мя силою твоею», то молния ему не повредит. В первом случае действуют природные законы: молния попадает в крест и сбивает его на землю. Во втором случае такой вот малюсенький крестик хранит верующего человека, призвавшего на помощь силу Креста.

Текст 6

Между далью и правым горизонтом мигнула молния, и так ярко, что осветила часть степи и место, где ясное небо граничило с чернотой. Страшная туча надвигалась не спеша, сплошной массой; на ее краю висели большие, черные лохмотья; точно такие же лохмотья, давя друг друга, громоздились на правом и на левом горизонте. Этот оборванный, разлохмаченный вид тучи придавал ей какое-то пьяное, озорническое выражение. Явственно и не глухо проворчал гром. Егорушка перекрестился и стал быстро надевать пальто.

Вдруг рванул ветер и со свистом понесся по степи, беспорядочно закружился и поднял с травой такой шум, что из-за него не было слышно ни грома, ни скрипа колес. Он дул с черной тучи, неся с собой облака пыли и запах дождя и мокрой земли. Лунный свет затуманился, стал как будто грязнее, звезды еще больше нахмурились, и видно было, как по краю дороги спешили куда-то назад облака пыли и их тени.

Чернота на небе раскрыла рот и дыхла белым огнем; тотчас же опять загредел гром.

Дождь почему-то долго не начинался... Было страшно темно. А молнии в потемках казались белее и ослепительнее, так что глазам было больно.

Вдруг над самой головой его [Егорушки] со страшным, оглушительным треском разломалось небо; он нагнулся и притаил дыхание, ожидая, когда на его затылок и спину посыпятся обломки... Раздался новый удар, такой же сильный и ужасный. Небо уже не гремело, не грохотало, а издавало сухие, трескучие, похожие на треск сухого дерева звуки. (А. П. Чехов. *Степь*)

Задание 2. Найдите в следующих предложениях стилистические ошибки и запишите исправленный вариант.

1. Некоторым министрам необходимо включить мозги, чтобы до них дошло, что на прожиточный минимум люди в России могут только существовать. 2. В статье сообщается, что левые лекарства отследят по аптекам и конфискуют. 3. Мэр города рассказал, что в настоящее время ведется возведение двух бюджетных высоток в Пионерском поселке. 4. Новый сотрудник редакции сумел нарвать некий компромат на верхушку министерства, но опубликовать материалы ему не дали. 5. Директор гимназии был в ауте, когда ему сообщили, что гимназия получила-таки грант в размере 1 млн. рублей. 6. Бытие в хрущевках и интенсивные трудовые затраты скрашивала душевная атмосфера, царившая в те годы в коллективе. 7. Благополучие родных деревень отстаивает наш председатель, который по восемнадцать часов в сутки мотается по полям, фермам, частит по делам в Екатеринбург. 8. Трудно понять, почему ученый допустил такую промашку в расчетах. 9. Семь школ, которые дислоцируются в нашем районе, переполнены, поэтому некоторым детям приходится ездить за тридевять земель. 10. Избранников народа одолевает такое количество проблем, что у некоторых уже крыша поехала.

Задание 3. *Определите, к какому стилю принадлежит каждый из предложенных текстов⁶. Попробуйте обосновать свою точку зрения.*

Текст 1

В психологии и этике делового общения речь пойдет не столько об абстрактных общепсихологических категориях и принципах, сколько о профессиональных психологических и в то же время практически ориентированных знаниях, которые могут обеспечить успех той или иной деятельности. Под **деловым** понимается общение, обеспечивающее успех какого-то общего дела, создающее условия для сотрудничества людей, чтобы осуществить значимые для них цели. Деловое общение содействует установлению и развитию отношений сотрудничества и партнерства между коллегами по работе, руководителями и подчиненными, партнерами, соперниками и конкурентами. Оно предполагает такие способы достижения общих целей, которые не только не исключают, но, наоборот, предполагают также и достижение лично значимых целей, удовлетворение личных интересов.

1) разговорному	4) научному
2) художественному	5) публицистическому
3) официально-деловому	6) церковно-религиозному

Текст 2

Веруем в Единого Бога Отца Всемогущего, Творца неба и земли.

Веруем также в Иисуса Христа, Его Единородного Сына и Господа нашего, Который был зачат Духом Святым, рожден девой Марией, Который страдал во времена Понтия Пилата, был распят, умер и был погребен, сошел в царство смерти, на третий день воскрес из мертвых, вознесся на Небо и воссел одесную Всемогущего Бога Отца, откуда вернется судить живых и мертвых.

Веруем также во Святого Духа, Святую Соборную Церковь, собрание святых, в прощение грехов, воскресение мертвых и жизнь вечную.

1) разговорному	4) научному
2) художественному	5) публицистическому
3) официально-деловому	6) церковно-религиозному

Текст 3

В Горном университете прошел День открытых дверей. На площадке перед Большим актовым залом – Залом УГМК развернулся настоящий наукоград: кроме презентации различных направлений подготовки, школьников ждали специализированные мастер-классы.

Об основах робототехники будущим абитуриентам рассказывали сотрудники кафедры горных машин и комплексов и робот Герман. О далеких экспедициях и романтике походов – студенты-геологоразведчики. У стенда **Уральского геологического музея** ребята рассматривали минералы под микроскопом, а вместе с инструкторами **студенческого патриотического центра «Святогор»** учились основам безопасного обращения с оружием.

⁶ Задание может быть выполнено как тестовое.

Всего на **День открытых дверей** в **Горный университет** пришли около тысячи школьников. Многие из них уже серьезно задумались о том, чтобы стать частью дружной семьи горняков.

1) разговорному	4) научному
2) художественному	5) публицистическому
3) официально-деловому	6) церковно-религиозному

Текст 4

В соответствии с Федеральным законом от 18.06.2001 N 77-ФЗ «О предупреждении распространения туберкулеза в Российской Федерации», Постановлением Правительства РФ от 25.12.2001 N 892 «О реализации Федерального закона «О предупреждении распространения туберкулеза в Российской Федерации», санитарно-эпидемиологическими правилами СП 3.1.2.3114-13 «Профилактика туберкулеза» и в целях раннего выявления заболеваний органов грудной клетки среди студентов и сотрудников университета

ПРИКАЗЫВАЮ:

Организовать с 10 апреля по 12 мая 2017 года флюорографический профилактический осмотр студентов и сотрудников университета в передвижном цифровом флюорографическом кабинете, установленном во дворе I учебного здания, с предъявлением каждым студентом и сотрудником копии полиса обязательного медицинского страхования.

1) разговорному	4) научному
2) художественному	5) публицистическому
3) официально-деловому	6) церковно-религиозному

Текст 5

Страны, которые являются участниками процесса торговли минеральным сырьем, решают разные задачи, что отражается на структуре их экономики, влияет на характер воспроизводственных процессов, порождает специфические для каждой страны проблемы. Взаимодействие экспортеров и импортеров сырья накладывает отпечаток на международные отношения, являясь причиной возникновения конфликтов, создания экономических и военно-политических союзов. Стремление к поддержанию и расширению экспорта вызывает дополнительные потребности в производстве сырья внутри страны, в развитии минерально-сырьевой базы. Импорт сырья следует рассматривать как источник удовлетворения потребностей и стимулирование развития несырьевых отраслей.

1) разговорному	4) научному
2) художественному	5) публицистическому
3) официально-деловому	6) церковно-религиозному

Текст 6

Отец наш шибко тада заболел // У него было очень большое сердце // А что такое большое сердце в те годы / это же неизлечимая болячка! Он работал у нас мастером в заводе / в формовочном цехе / где делались изделия для сталелитейного завода / для нижнетагильского // Ковшовые кирпичи / розетки / воронки всякие / сифоны / вообще / всякая всячина // Всё было для фронта / всё для победы // Щас этого никто не понимает / особенно нынешняя молодёжь // Какие же тяжёлые дни пережило наше поколение! И не дай

вам Бог узнать / что такое война! Да даже твои родители ещё воспитывались в этом послевоенном духе // Ну да ладно / всё равно меня трудно понять...

1) разговорному	4) научному
2) художественному	5) публицистическому
3) официально-деловому	6) церковно-религиозному

Текст 7

Реклама работает на подсознательном уровне, обращается к иррациональному в природе человека. Ее влияние и глубже и сильнее, чем мы думаем, потешаясь над каким-нибудь слабоумным персонажем вроде пропагандиста бытовой техники. Кого и в чем может убедить этот шут гороховый? Оказалось – нас. Но не в том, что его товары дешевле и лучше, а совсем в другом – в преимуществе нового образа жизни.

От рекламы не требуется реализма. Задавая высокие нравственные стандарты, она порождает особое позитивное мышление. Задача рекламы состоит в том, чтобы потребитель подсознательно стремился отождествить себя с героем «коммершелз». Тогда он купит сковородку не для того, чтобы жарить яичницу, а для того, чтобы стать участником идеальной экранной жизни.

1) разговорному	4) научному
2) художественному	5) публицистическому
3) официально-деловому	6) церковно-религиозному

Текст 8

Наутро поднявшееся яркое солнце быстро съело тонкий ледок, подернувший воды, и весь теплый воздух задрожал от наполнивших его испарений отжившей земли. Зазеленела старая и вылезавшая иглами молодая трава, надулись почки калины, смородины и липкой спиртовой березы, и на обсыпанной золотым светом лозине загудела выставленная облетававшая пчела. Залились невидимые жаворонки над бархатом зеленой и обледеневшим жнивьем, заплакали чибисы над налившимися бурю неубравшеюся водой низами и болотами, и высоко пролетели с весенним гоготаньем журавли и гуси. Заревела на выгонах облезшая, только местами еще не перелинявшая скотина, заиграли кривоногие ягнята вокруг теряющих волну блеющих матерей, побежали быстроногие ребята по просыхающим, с отпечатками босых ног тропинкам, затрещали на пруду веселые голоса баб с холстами, и застучали по дворам топоры мужиков, налаживающих сохи и бороны. Пришла настоящая весна.

1) разговорному	4) научному
2) художественному	5) публицистическому
3) официально-деловому	6) церковно-религиозному

Текст 9

К нашему большому сожалению, мы должны сообщить Вам, что партия лакокрасочных материалов, отгруженных Вами на судне «Ленинград» по контракту 27-005/40289, не соответствует по качеству нашим спецификациям, на основании которых был заключен контракт.

Согласно параграфу № 03 в договоре, мы имеем право отказаться от приемки этой партии товара. Однако, принимая во внимание наши длительные деловые отношения и то

обстоятельство, что предыдущие поставки лакокрасочных материалов в счет данного контракта были произведены в соответствии с условиями договора и надлежащего качества, мы согласны принять эту партию товара, если Вы предоставите нам скидку в 10 %.

1) разговорному	4) научному
2) художественному	5) публицистическому
3) официально-деловому	6) церковно-религиозному

Текст 10

Человек должен быть широк. Из универсализма вытекает креативность, а ЕГЭ не обеспечивает ни того, ни другого. Даже те ребята, которые прекрасно сдали тесты по выбранным предметам, далеко не всегда в состоянии объяснить, откуда взялись все эти ответы, вывести их самостоятельно. А предложение «докрутить» чуть дальше и глубже вообще ставит в тупик: «Почему вы у нас спрашиваете то, что вы нам не рассказали?» Но креативность как раз и состоит в умении давать такие ответы. Учащийся – это же не шляпа, в которую положили кролика, чтобы его же и достать. Это неинтересно.

Убрать ЕГЭ нельзя. Но если оставить все как есть, мы обречены на дальнейшее отставание в науке, в любых творческих профессиях. Поэтому необходимо уточнить функционал ЕГЭ. А для этого надо все же назвать кошку кошкой и понять, что такое образование.

1) разговорному	4) научному
2) художественному	5) публицистическому
3) официально-деловому	6) церковно-религиозному

Текст 11

На религию после революции 1917 года было наложено так называемое табу. Христианское вероисповедание и все реалии, связанные с ним, воспринимались только как культурное наследие и пережиток царского режима. Соборы и церкви были лишь памятниками архитектуры, жития святых – памятниками литературы, иконы и фрески – памятниками художественного творчества. Очень многие храмы были разрушены или применялись не по своему прямому назначению; они становились складами, конторами, монастыри превращались в тюрьмы и колонии. Люди, особенно священнослужители, преследовались за свою веру. Как следствие, лексика религиозного характера со временем стала постепенно переходить в пассивный состав языка, используясь в основном в составе фразеологизмов и афоризмов (как Бог на душу положит; как у Христа за пазухой; человек предполагает, а Бог располагает). Некоторые слова изменили свою семантику (воскресение, братия), многие приобрели в современном русском языке отрицательную окраску (вертеп).

1) разговорному	4) научному
2) художественному	5) публицистическому
3) официально-деловому	6) церковно-религиозному

ТЕМА 10. НАУЧНЫЙ СТИЛЬ

Цель – познакомиться со спецификой научного стиля, научиться определять основные стилевые и языковые особенности научных текстов.

КОНСПЕКТ следующего материала к занятию (основные понятия выделены в тексте):

Научный стиль – один из важнейших функциональных стилей литературного языка, относящийся к письменно-книжному типу речи и обслуживающий сферу науки и производства. Цель текста научного стиля может заключаться в передаче объективной информации о природе, человеке и обществе, доказательстве ее новизны, истинности или ценности.

Основные стилевые черты научного стиля:

– **объективность**, которая проявляется в изложении разных точек зрения на рассматриваемую проблемы, в отсутствии субъективных оценок при передаче содержания, в безличности языкового выражения, в сосредоточенности на предмете высказывания;

– **логичность**, которая проявляется в последовательности и непротиворечивости изложения научной теории и создается с помощью особых синтаксических конструкций (сложные предложения с придаточными причины, условия, следствия; предложения с вводными словами *во-первых, во-вторых, наконец, итак, следовательно* и др.);

– **доказательность**, которая проявляется в цепочке рассуждений, аргументации определенных положений и гипотез;

– **точность**, которая достигается благодаря использованию терминов (т. е. слов и словосочетаний, обозначающих понятия особой области знания или деятельности), однозначных слов; четким оформлением синтаксических связей;

– **обобщенность и отвлеченность**, которые проявляются в отборе слов (преобладание имен существительных над глаголом, общенаучные слова, имена существительные с абстрактным значением, конкретные существительные в обобщенном значении), в употреблении грамматических форм (глаголы настоящего времени во «вневременном» значении, возвратные и безличные глаголы, преобладание форм 3-го лица, форм несовершенного вида), в использовании синтаксических конструкций (неопределенно-личные предложения, страдательные обороты), в существовании авторского «мы», характерного только для научного стиля;

– **насыщенность фактической информацией;**

– **отсутствие выражения эмоций** (отсутствуют разговорные элементы, эмоционально-экспрессивная лексика, неполные конструкции и т. п.).

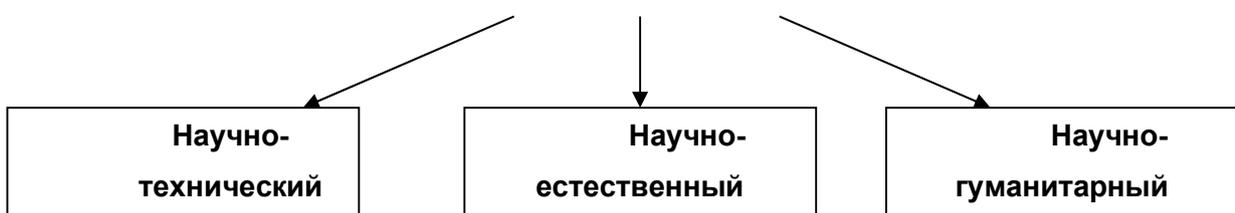
Основные языковые особенности научного стиля:

Языковые особенности	Примеры
Лексические	
1) термины	<i>обогащение полезных ископаемых, месторождение, осадочные породы, смешанослойный минерал, рудное тело</i> и др.
2) общенаучная лексика	<i>закон, теория, аспект, носитель, конструкция</i> и др.
3) книжная лексика абстрактного значения	<i>применение, явление, замедление, обязательство, подготовка</i> и др.
Морфологические	
1) частотность существительных	(Примерно 40 % существительных на единицу текста)

2) частотность форм родительного падежа существительных	<i>попадание в водоемы <u>масло-смазывающих продуктов</u> (род. п.) <u>отдельных узлов</u> (род. п.) <u>механического оборудования</u> (род. п.) <u>гидротехнических сооружений</u> (род. п.) и т. п.</i>
3) широкое использование существительных среднего рода	<i>отношение, употребление, дело, доказательство, заполнение и др.</i>
4) преобладание глаголов несовершенного вида настоящего времени	<i>равняется, оказывается, возрастает, наблюдается, составляет и др.</i>
5) полузнаменательные глаголы-связки	<i>есть, быть, являться</i>
6) употребление причастий и деепричастий	<i>подчеркнутый, обрабатываемый, соответствующий; замечая, решая, сменив и др.</i>
Синтаксические	
1) вводные слова и конструкции	<i>вероятно, возможно, таким образом; по словам ученых, по мнению большинства исследователей и др.</i>
2) бессубъектные конструкции	<i>карьер был разработан; оборудование было закуплено; проект был одобрен и др.</i>
3) безличные предложения	<i>необходимо отметить; следует подчеркнуть; можно сделать ряд выводов и др.</i>
4) обобщенно-личные предложения	<i>подчеркнем следующие положения; выделим важные особенности; отметим ряд недостатков и др.</i>
5) цепочки однородных членов	<i>Хорошие каталоги Интернета обеспечивают разнообразный дополнительный <u>сервис</u>: <u>поиск</u> по ключевым словам в базе данных, <u>списки</u> последних поступлений, <u>списки</u> наиболее интересных из них, <u>выдачу</u> случайной ссылки, автоматическое <u>оповещение</u> по электронной почте о свежих поступлениях.</i>
6) многокомпонентные сложные предложения с союзной связью	<i>Если <u>эксперимент оправдывает надежды</u>, то <u>гипотеза детализируется и конкретизируется</u>, а затем <u>ставится новый эксперимент</u>.</i>

Подстили научной речи:

Тематические





Задание 1. Проанализируйте текст по следующей схеме:

1. Охарактеризуйте текст по стилеобразующим факторам научного стиля.
2. Докажите принадлежность текста к научному стилю с опорой на основные стилевые черты.
3. Определите отнесенность текста к тематическому и функциональному подстилю научного стиля.
4. Составьте план текста и сформулируйте главную мысль.
5. Выделите в тексте языковые особенности научного стиля.

Вариант 1: ПРИКЛАДНАЯ ГЕОЛОГИЯ⁷

В геологии существует более ста различных специальностей и специализаций. Одни из них тесно связаны с химией (геохимическое направление), другие – с физикой (геофизическое направление), третьи – с биологией (палеонтологическое и палеобиологическое направления), четвертые – с математикой и кибернетикой (компьютерное моделирование геологических процессов), пятые – с астрономией и астрофизикой (космическая геология) и т. д.

В недрах Земли находятся залежи полезных ископаемых, вопросами поиска и разведки которых занимается геология. На земной поверхности протекают разнообразные геологические процессы, люди возводят здания и различные инженерные сооружения, строят транспортные магистрали. Задачей геологов является обеспечение их устойчивости и безопасного функционирования. Правильное решение этих двух основных практических задач невозможно без глубокого знания общих закономерностей строения и развития отдельных геосфер. Раскрытие данных закономерностей и познание лежащих в их основе причин невозможны без изучения всей Земли, так как наша планета представляет собой единую природную среду и развивается так же, как и все планеты Солнечной системы.

Знание происхождения и эволюции Земли, условий образования и развития земной коры, ее строения и состава во взаимодействии с внешними оболочками – водной (гидросферой) и воздушной (атмосферой), а также с внутренними оболочками – земным ядром и мантией – составляет необходимое звено мировоззрения. Оно позволяет понять, как

⁷ Геология: учебник для студ. высш. учеб. заведений / Н. В. Короновский, Н. А. Ясаманов. – 7-е изд., перераб. – М.: Издательский центр «Академия», 2011. С. 6-7.

осуществляется постепенный переход от неживого неорганического мира к органическому, как эволюционируют живые существа и вместе с ними изменяются геологические процессы.

Велико и познавательное значение геологии как науки о Земле, ее строении, происхождении и развитии. Она затрагивает проблемы происхождения и эволюции жизни и природных условий. Геология всегда стояла в центре ожесточенной борьбы научных воззрений и научных школ против религиозных предрассудков.

Практическое значение геологии огромно и разнообразно. Весь арсенал современной науки и техники основан на использовании продуктов земных недр – нефти, угля, различных металлов, строительных материалов, подземных вод и др. Воды минеральных источников используют в лечебных и бальнеологических целях. Для поисков, разведки и извлечения разнообразного минерального сырья из земных недр требуется прежде всего разработка методов обнаружения залежей полезных ископаемых, которые необходимы для промышленности, сельского хозяйства и строительства.

Среди полезных ископаемых различают рудные, или металлические, из которых добывают различные металлы, и нерудные, или неметаллические. Из последних добывают удобрения, каменную соль, серу, строительные материалы, драгоценные (алмаз, рубин, сапфир, изумруд), полудрагоценные (аметист, циркон, топаз, цитрин, нефрит, малахит и др.) и поделочные камни (яшма, кварциты и др.), а также горючие полезные ископаемые (нефть, каменный и бурый уголь, горючие сланцы, газ). Подземные воды (пресные и минеральные) также являются полезными ископаемыми. Поисками залежей подземных вод и практическим их использованием занимается специальная отрасль геологии – гидрогеология. В особые научные дисциплины выделились геология рудных и геология нерудных месторождений, геология горючих полезных ископаемых. Без знания геологического строения территории не обходится ни одно строительство промышленных и гражданских зданий, транспортных магистралей, трубопроводов и средств связи. Эта особая отрасль геологии именуется инженерной геологией. Работами, проводимыми в районах развития многолетней мерзлоты, занимается такая наука, как мерзловедение.

Все перечисленные специальные научные дисциплины образуют самостоятельный раздел геологии, который называется *практической*, или *прикладной*, геологией.

ВАРИАНТ 2: ГЕОЛОГИЯ И РАЗВЕДКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ⁸

Современная мировая экономика характеризуется неуклонным ростом потребления минерального сырья, расширением круга используемых в промышленности элементов, вовлечением в производство новых типов месторождений полезных ископаемых. Укрепление и совершенствование минерально-сырьевой базы России – основная задача геологической службы.

Обеспечение ресурсами и запасами не только действующих отраслей горнодобывающей промышленности, но и ее перспективных направлений требует оперативного решения проблемы освоения новых видов полезных ископаемых. Успешное осуществление геолого-разведочных работ возможно лишь при условии постоянного совершенствования теории и методов поисков и разведок месторождений полезных

⁸ Геология и разведка месторождений полезных ископаемых: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / [В. В. Авдонин, В. В. Мосейкин, Г. В. Ручкин и др.]; под ред. В. В. Авдонова. – М.: Издательский центр «Академия», 2011. С. 5-6.

ископаемых. Результативность геолого-разведочной отрасли определяется уровнем научных и методических разработок, степенью использования современных поисково-разведочных средств.

Научные основы поисков и разведок месторождений полезных ископаемых созданы трудами нескольких поколений отечественных геологов, среди которых в первую очередь необходимо назвать Г. Д. Ажгирея, Я. Н. Белевцева, А. Г. Бетехтина, Ю. А. Билибина, П. П. Бурова, А. Б. Каждана, В. М. Крейтера, В. А. Обручева, А. П. Прокофьева, В. И. Смирнова, С. С. Смирнова, А. А. Якжина и др.

Многими ведущими учеными были написаны замечательные учебники и методические руководства по поискам и разведкам месторождений, не утратившие своего значения до настоящего времени. Тем не менее в последние годы произошли существенные изменения в самой структуре минерально-сырьевой базы, оценке перспектив использования природных ресурсов и методов их вовлечения в промышленное использование.

В геолого-разведочной отрасли можно отметить несколько областей, в которых наблюдаются наиболее значимые изменения.

Во-первых, это касается совершенствования теории и методики поисковых работ. Во-вторых, широкое внедрение компьютерных технологий во все направления геолого-разведочного процесса качественно изменило методику подсчета запасов и оценки месторождений на всех стадиях их освоения.

Существенные изменения происходят и в методике добычных работ, в особенности в связи с требованиями экологической безопасности.

Наконец, необходимо учитывать еще одно важное обстоятельство. Наряду с неуклонно возрастающей потребностью в различных видах минерального сырья отчетливо проявляется тенденция истощения минерально-сырьевой базы, снижения открываемости новых месторождений, вовлечения в промышленное производство неблагоприятных по геологической позиции месторождений и руд более низкого качества. Эти причины стимулируют повышенный интерес к минерально-сырьевому потенциалу Мирового океана. Вследствие интенсификации научно-исследовательских и поисково-разведочных работ в океане в последние годы сложилась качественно новая ситуация – возникла необходимость решения проблем освоения минерально-сырьевых ресурсов океана в практической плоскости, что ознаменовалось интенсивными усилиями по разработке теоретических основ, методики и технических средств морских геолого-разведочных работ.

Авторский коллектив настоящего учебника постарался отразить в нем все важнейшие достижения, касающиеся поисков, разведки и эксплуатации месторождений и характеризующие современное состояние геолого-разведочной отрасли.

Вариант 3: ОСНОВЫ ГОРНОГО ДЕЛА⁹

Полезные ископаемые, располагающиеся в земной коре в пределах территории страны, образуют ее минерально-сырьевую базу. Эти природные ресурсы называют богатством недр государства.

⁹ Городниченко В. И., Дмитриев А. П. Основы горного дела: учебник для вузов. М.: Издательство «Горная Книга», Издательство московского государственного горного университета, 2008. С. 7-8.

Добычу полезных ископаемых обеспечивают горно-добывающие отрасли промышленности, перспективы развития которых зависят прежде всего от состояния природных ресурсов. Их освоение играет важнейшую роль в развитии экономики России.

В нашей стране выявлены в промышленных концентрациях все виды минерального сырья, используемого в мировой практике.

Оценка прогнозных ресурсов, которую сегодня осуществляют в основном до глубины освоенных промышленностью недр, составляющей для твердых полезных ископаемых около 1 км, свидетельствует о том, что в России в обозримом будущем исчерпания минеральных ресурсов не предвидится, тем более что результаты исследований сверхглубоких скважин подтверждают наличие промышленных концентраций полезных компонентов на глубинах до 10 км.

По данным Министерства природных ресурсов России, в нашей стране 60–70 % запасов важнейших видов полезных ископаемых сосредоточено в ограниченном числе крупных месторождений. В настоящее время сохраняют свое значение освоенные крупные месторождения полезных ископаемых и имеют большие перспективы развития месторождения в регионах Сибири, Дальнего Востока и Севера.

В Сибири находится около 84 % разведанных запасов угля России (категории А, В, С₁), из них бурых и каменных углей примерно поровну. В этих запасах сосредоточено до 90 % коксующихся углей России и около 85 % особо ценных для коксования углей марок ГЖ, Ж, КЖ, К, ОС.

В настоящее время в Сибири, включая республику Саха, добывается около 70 % углей России. Как считают эксперты, этот показатель будет возрастать в связи с сокращением добычи угля в европейской части страны, а также на Урале и Дальнем Востоке. Можно предположить, что основная роль в обеспечении потребностей страны в углях в будущем будет принадлежать Кузбассу.

Повышение эффективности производства имеет особое значение для горно-добывающих отраслей промышленности, которые обеспечивают топливом, минеральным сырьем и материалами многие отрасли экономики страны: черную и цветную металлургию, энергетику, химическую, строительных материалов, сельское хозяйство и др.

Результаты работы горных предприятий в значительной степени определяют уровень эффективности производства во всех других отраслях, потребляющих их продукцию.

Так, в общих затратах на производство цветных металлов затраты на добычу руды составляют более 50 %. В затратах на производство электроэнергии 60–70 % составляют затраты на топливо.

Повышение эффективности горного производства должно осуществляться путем его технического перевооружения, обеспечивающего снижение затрат на производство продукции, повышение качества продукции, экономное и рациональное использование трудовых и материальных ресурсов, комплексное освоение богатства земных недр.

Задание 2. *Отредактируйте предложения таким образом, чтобы они соответствовали научному стилю, запишите исправленный вариант. Определите, с чем связаны допущенные ошибки.*

1. В своей курсовой работе я хотел бы ответить на очень актуальные в наше нелегкое время вопросы. 2. Авторы этих статей абсолютно неправильно думают, что только их точка зрения имеет право на существование. 3. Выводы оказались неожиданными, на первый взгляд просто сумасшедшими. 4. Однако вначале необходимо разобраться, есть ли угроза

энергетического голода. **5.** Мне кажется, что первый способ решения проблемы более целесообразный. **6.** Стоит представить, а какой будет польза от этого изобретения. **7.** Компьютерный вирус – это сильный паразит! **8.** Современное состояние экономики, энергетики и экологии выдвигает необходимость проведения междисциплинарных исследований. **9.** Это приводит к необходимости изыскания и выделения огромных усилий общества, чтобы противостоять результатам экологически опасных действий. **10.** В настоящее время сетевые технологии претерпевают бурное развитие. **11.** Свобода в современной России – это не столько свобода сотрудничества и доброжелательного диалога, как своевольное навязывание своего понимания свободы ради сокрушения чужой. **12.** Математическая модель включала в себя систему уравнений, описывающая течение газа около криволинейной поверхности. **13.** Земля должна рассматриваться как некая квазизамкнутая система, ресурс жизнеобеспечения которой большой, но ограничен. **14.** Изучение новых материалов дает свои плоды. **15.** Используя метод аналогий, на кафедре систем управления разработан комплекс программных средств для изучения систем путем их моделирования.

ТЕМА 11. ОФИЦИАЛЬНО-ДЕЛОВОЙ СТИЛЬ

Цель – познакомиться со спецификой официально-делового стиля, научиться определять основные стилевые и языковые особенности документов, их жанр, видеть реквизиты.

КОНСПЕКТ следующего материала к занятию (основные понятия выделены в тексте):

Официально-деловой стиль – это стиль, который обслуживает правовую и административно-общественную сферы деятельности. Он используется при написании документов, деловых бумаг и писем в государственных учреждениях, суде, а также в разных видах делового устного общения.

Среди книжных стилей официально-деловой стиль выделяется относительной устойчивостью и замкнутостью. С течением времени он, естественно, подвергается некоторым изменениям, но многие его черты: исторически сложившиеся жанры, специфическая лексика, морфология, синтаксические обороты – придают ему в целом консервативный характер.

Основные стилевые черты официально-делового стиля:

– **объективный, абстрагированный (неличный) характер изложения**, который проявляется в отсутствии субъективных оценок при передаче содержания, в безличности языкового выражения (отсутствуют местоименные и глагольные формы 2-го лица, ограничены – 1-го лица);

– **точность и детальность изложения**, которые не допускают каких-либо разночтений; быстрота понимания не является важной, так как заинтересованный человек в случае необходимости прочитает документ несколько раз, стремясь к полному пониманию;

– **стандартизованность, стереотипность изложения**, которая проявляется в том, что разнородные явления жизни в официально-деловом стиле укладываются в ограниченное количество стандартных форм (*анкета, справка, инструкция, заявление, деловое письмо* и т. д.);

– **долженствующе-предписующий характер изложения**, т. е. **волюнтаривность** (выражение воли), которая в текстах выражается семантически (подбором слов) и грамматически (формы первого лица глагола – *предлагаю, приказываю, поздравляю*; формами должествования – *надлежит, необходимо, следует, предлагается*);

– **отсутствие выражения эмоций и оценок** (не употребляются эмоционально-экспрессивные средства).

Эти черты находят свое выражение 1) в отборе языковых средств (лексических, морфологических и синтаксических); 2) в оформлении деловых документов.

Основные языковые особенности официально-делового стиля:

Языковые особенности	Примеры
Лексические	
1) языковые штампы (канцеляризмы, клише)	<i>ставить вопрос, на основании решения, по собственному желанию, по семейным обстоятельствам, входящие-исходящие документы, контроль за исполнением возложить, по истечении срока и др.</i>
2) профессиональная терминология	<i>недоимка, алиби, черный нал, теневой бизнес, жилищный найм, прокурорский надзор, единовременное пособие и др.</i>
3) архаизмы	<i>оным удостоверяю, сей документ, в надлежащем виде, во избежание и др.</i>
4) тяготение к использованию родовых понятий с широкой и бедной семантикой	<i>прибыть (вместо приехать, прилететь, прийти и т. д.), транспортное средство (вместо автобус, самолет, «Волга» и т. д.), населенный пункт (вместо деревня, город, село и т. д.), помещение (вместо: квартира, цех, ангар, вестибюль, кров, обитель, апартаменты и т. д.)</i>
Морфологические	
1) существительные-названия людей по признаку, обусловленному действием	<i>налогоплательщик, ответчик, арендатор, свидетель и др.</i>
2) существительные, обозначающие должности и звания в форме мужского рода	<i>сержант полиции Ушакова, инспектор Неверова, ответчик Прошина и др.</i>
3) отглагольные существительные с частицей <i>не-</i>	<i>нелишение, неявка, несоблюдение, непризнание и др.</i>
4) производные предлоги	<i>в связи, в течение, за счет, в силу, по мере, в отношении, на основании и др.</i>
5) инфинитивные конструкции	<i>провести осмотр, оказать помощь, доказать невиновность и др.</i>
6) глаголы настоящего времени в значении обычно производимого действия	<i>обвиняемому обеспечивается право на защиту, за неуплату взимается штраф и др.</i>

7) сложные слова, образованные от двух и более основ	бракосочетание, правонарушение, налогообложение, землепользование, пассажироперевозки, дачевладелец, нетрудоспособность, работодатель, квартиросъемщик, материально-технический, осенне-зимний, ремонтно-эксплуатационный, вышеуказанный, нижепоименованный и др.
8) нанизывание существительных с суффиксом -ние	<u>Приготовлением</u> к <u>преступлению</u> признается <u>приискание</u> и <u>приспособление</u> средств или орудий или умышленное <u>создание</u> условий для <u>совершения</u> <u>преступлений</u>
9) гигантский пласт официальных наименований номенклатуре учреждений, профессий, должностей и т. п.	Российское акционерное общество «Единая энергетическая система России», Открытое акционерное общество «Нефтяная компания «Лукойл», Всероссийский научно-исследовательский институт документоведения и архивного дела, главный научный сотрудник, заместитель командира полка по инженерной службе, главный специалист сектора делопроизводства компании, председатель Военной коллегии Верховного Суда Российской Федерации, депутат Государственной Думы РФ и др.
10) широкое использование аббревиатур	РФ, МИД, МЧС, ФСБ, РЖД, Сбербанк, МОК, СМИ, РПЦ, УГГУ, ЕГЭ, ОСАГО, ТРЦ, ТК, УФМС, МОУ, ФГБОУ, ГТО, ГОСТ, ФГОС, КамАЗ, Роспечать и др.
11) употребление цепочки имен существительных в родительном падеже	Для <u>применения</u> (род. п.) <u>мер</u> (род. п.) <u>общественного воздействия</u> (род. п.); в целях <u>широкой гласности</u> (род. п.) <u>работы</u> (род. п.) <u>Министерства</u> (род. п.) <u>высшего образования</u> (род. п.); <u>результаты деятельности</u> (род. п.) <u>органов</u> (род. п.) <u>налоговой полиции</u> (род. п.) и др.
Синтаксические	
1) употребление простых предложений с однородными членами, причем ряды этих однородных членов могут быть весьма распространенными (до 8–10)	Объектами общей собственности крестьянского хозяйства является <u>имущество</u> : земельный <u>участок</u> , <u>насаждения</u> , хозяйственные или иные <u>постройки</u> , мелиоративные и другие <u>сооружения</u> , продуктивный и рабочий <u>скот</u> , <u>птица</u> , сельскохозяйственная и иная

	<i>техника, оборудование, транспортные средства, инвентарь и другое имущество и др.</i>
2) наличие пассивных конструкций	<i>платежи вносятся в указанное время, сроки выплат установлены на год и др.</i>
3) преобладание сложных предложений, в особенности сложноподчиненных, с придаточными условиями	<i>При наличии спора о размерах причитающихся уволенному работнику сумм администрация обязана уплатить указанное в настоящей статье возмещение в том случае, если спор решен в пользу работника.</i>

Документ – зафиксированная на материальном носителе информация с реквизитами, позволяющими её идентифицировать.

Форма документа (схема, отражающая семантико-информативную структуру текста) предоставляет в распоряжение его составителя определенный набор **реквизитов** (необходимые элементы оформления документа) и определенную их **композицию** (последовательность и порядок их размещения в тексте). Состав реквизитов, требования к реквизитам и бланкам документов устанавливаются ГОСТом. В настоящее время это ГОСТ Р 6.30-2003 «Унифицированные системы документации. Унифицированная система организационно-распорядительной документации. Требования к оформлению документов».

Состав реквизитов документа	
1.	Государственный герб Российской Федерации
2.	Герб субъекта Российской Федерации
3.	Эмблема организации или товарный знак
4.	Код организации
5.	Основной государственный регистрационный номер юридического лица (ОГРН)
6.	Идентификационный номер налогоплательщика / код причины постановки на учет (ИНН / КПП)
7.	Код формы документа
8.	Наименование организации
9.	Справочные данные об организации
10.	Наименование вида документа (жанр документа)
11.	Дата составления документа
12.	Регистрационный номер документа
13.	Ссылка на регистрационный номер или дату документа
14.	Место составления или издания документа
15.	Адресат
16.	Гриф утверждения документа
17.	Резолюция
18.	Заголовок к тексту
19.	Отметка о контроле
20.	Текст документа
21.	Отметка о наличии приложения
22.	Подпись

23.	Гриф согласования документа
24.	Визы согласования документа
25.	Оттиск печати
26.	Отметка о заверении копии
27.	Отметка об исполнителе
28.	Отметка об исполнении документа и направлении его в дело
29.	Отметка о поступлении документа в организацию
30.	Идентификатор электронной копии документа

Состав реквизитов конкретного документа определяется его видом и назначением. К наиболее частотным реквизитам можно отнести: **адресата, адресанта, название жанра документа, основной текст документа, список приложений, дату и подпись**. Логическому делению текста способствует его рубрикация, деление на части с помощью внутренних заголовков, подзаголовков, нумерация или графически единообразное выделение всех однотипных частей.

Способы классификации документов:

1. **По месту составления:** *внутренние* и *внешние* документы. **Внутренний** документ создаётся в рамках одной организации, где работают и составитель, и адресат текста (*приказы администрации предприятия, служебные записки, должностные инструкции* и др). **Внешние** документы предназначаются адресатам, работающим на других предприятиях (*все виды деловых писем, приказы и распоряжения вышестоящих организаций* и др.).

2. **По содержанию:** *простые* и *сложные*. **Простые** документы посвящены решению одного вопроса (*заявление, объяснительная записка* и другие виды личной документации), **сложные** – двух и более (*приказы, письма, инструкции*).

3. **По форме:** *индивидуальные* и *типовые*. **Индивидуальные** документы предполагают некоторую самостоятельность текста и элементы творческого подхода, что не исключает их стандартизованности (*отдельные виды писем, служебных и докладных записок*). **Типовые** документы строятся на базе заранее заданного текста путём видоизменения его отдельных элементов; чаще всего эти документы одинаковы для групп однородных предприятий (*штатное расписание, положение о персонале* и др.). Если в типовом документе постоянные элементы отпечатаны типографским способом, а для переменных предусмотрены пробелы, которые заполняются при его составлении, то такой документ называют **трафаретным** (*анкеты, некоторые виды справок, трудовые договоры*).

4. **По срокам исполнения:** *срочные* и *бессрочные*. В **срочных** документах содержится указание на выполнение некоторых действий в ограниченный временной период (*распоряжения, указания* и др.). Действие **бессрочных** документов не ограничено временными рамками (*указы, законы, некоторые виды инструкций*).

5. **По происхождению:** *служебные* и *личные*. **Служебные** документы направлены на реализацию интересов организации (*приказы, деловые письма, контракты*). **Личные** документы, как правило, отражают взаимодействие отдельного физического лица с официальными органами или другими лицами (*заявление, доверенность, расписка, объяснительная записка* и др.).

6. **По виду оформления:** *подлинник* (подписанный и надлежащим образом оформленный экземпляр документа, составленный в первый раз), *копия* (абсолютно точно

воспроизводит подлинник, но имеет ограниченную юридическую силу, за исключением нотариально заверенных.), *дубликат* (копия, имеющая одинаковую силу с подлинником, выдающаяся в случае его утери) и *выписки* (воспроизведение только одной из частей подлинника).

7. **По функции:** **организационные** документы, направленные на регламентацию деятельности организации или предприятия (*устав, положение, штатное расписание, положение о персонале, должностную инструкцию*), **распорядительные** документы, содержащие конкретные распоряжения (*приказы, распоряжения, указания, решения*), **информационно-справочные** документы, документы **по персоналу предприятия** (*трудовой договор, личные карточки, учётные карточки, анкеты*), **письма, договоры**.

Задание 1. Проанализируйте текст официально-делового стиля:

1. Укажите характеристику данного текста с точки зрения классификации документов.
2. Обозначьте реквизиты и композиционные элементы государственного документа.
3. Опишите стилевые и языковые особенности текста¹⁰.

Федеральный закон от 1 июня 2005 г. N 53-ФЗ
«О государственном языке Российской Федерации»

С изменениями и дополнениями от: 2 июля 2013 г., 5 мая 2014 г.

Принят Государственной Думой 20 мая 2005 года
Одобен Советом Федерации 25 мая 2005 года

Настоящий Федеральный закон направлен на обеспечение использования государственного языка Российской Федерации на всей территории Российской Федерации, обеспечение права граждан Российской Федерации на пользование государственным языком Российской Федерации, защиту и развитие языковой культуры.

Статья 1. Русский язык как государственный язык Российской Федерации

1. В соответствии с Конституцией Российской Федерации государственным языком Российской Федерации на всей ее территории является русский язык.

2. Статус русского языка как государственного языка Российской Федерации предусматривает обязательность использования русского языка в сферах, определенных настоящим Федеральным законом, другими федеральными законами, Законом Российской Федерации от 25 октября 1991 года N 1807-1 «О языках народов Российской Федерации» и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации, его защиту и поддержку, а также обеспечение права граждан Российской Федерации на пользование государственным языком Российской Федерации.

3. Порядок утверждения норм современного русского литературного языка при его использовании в качестве государственного языка Российской Федерации, правил русской орфографии и пунктуации определяется Правительством Российской Федерации.

4. Государственный язык Российской Федерации является языком, способствующим взаимопониманию, укреплению межнациональных связей народов Российской Федерации в едином многонациональном государстве.

¹⁰ Возможна работа по вариантам: 1 вариант – анализ Статьи 1; 2 вариант – анализ Статьи 3; 3 вариант – анализ статьи 4.

5. Защита и поддержка русского языка как государственного языка Российской Федерации способствуют приумножению и взаимообогащению духовной культуры народов Российской Федерации.

6. При использовании русского языка как государственного языка Российской Федерации не допускается использование слов и выражений, не соответствующих нормам современного русского литературного языка (в том числе нецензурной брани), за исключением иностранных слов, не имеющих общеупотребительных аналогов в русском языке.

7. Обязательность использования государственного языка Российской Федерации не должна толковаться как отрицание или умаление права на пользование государственными языками республик, находящихся в составе Российской Федерации, и языками народов Российской Федерации.

<...>

Статья 3. Сферы использования государственного языка Российской Федерации

1. Государственный язык Российской Федерации подлежит обязательному использованию:

1) в деятельности федеральных органов государственной власти, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, иных государственных органов, органов местного самоуправления, организаций всех форм собственности, в том числе в деятельности по ведению делопроизводства;

2) в наименованиях федеральных органов государственной власти, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, иных государственных органов, органов местного самоуправления, организаций всех форм собственности;

3) при подготовке и проведении выборов и референдумов;

4) в конституционном, гражданском, уголовном, административном судопроизводстве, судопроизводстве в арбитражных судах, делопроизводстве в федеральных судах, судопроизводстве и делопроизводстве у мировых судей и в других судах субъектов Российской Федерации;

5) при официальном опубликовании международных договоров Российской Федерации, а также законов и иных нормативных правовых актов;

6) во взаимоотношениях федеральных органов государственной власти, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, иных государственных органов, органов местного самоуправления, организаций всех форм собственности и граждан Российской Федерации, иностранных граждан, лиц без гражданства, общественных объединений;

7) при написании наименований географических объектов, нанесении надписей на дорожные знаки;

8) при оформлении документов, удостоверяющих личность гражданина Российской Федерации, за исключением случаев, предусмотренных законодательством Российской Федерации, изготовлении бланков свидетельств о государственной регистрации актов гражданского состояния, оформлении документов об образовании и (или) о квалификации установленного в соответствии с Федеральным законом от 29 декабря 2012 года N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» образца, а также других документов, оформление которых в соответствии с законодательством Российской Федерации осуществляется на государственном языке Российской Федерации, при оформлении адресов

отправителей и получателей телеграмм и почтовых отправлений, пересылаемых в пределах Российской Федерации, почтовых переводов денежных средств;

9) в продукции средств массовой информации;

9.1) при показах фильмов в кинозалах;

9.2) при публичных исполнениях произведений литературы, искусства, народного творчества посредством проведения театрально-зрелищных, культурно-просветительных, зрелищно-развлекательных мероприятий;

10) в рекламе;

11) в иных определенных федеральными законами сферах.

1.1. В сферах, указанных в пунктах 9, 9.1, 9.2 и 10 части 1 настоящей статьи, и в иных предусмотренных федеральными законами случаях наряду с государственным языком Российской Федерации могут использоваться государственные языки республик, находящихся в составе Российской Федерации, другие языки народов Российской Федерации, а в случаях, предусмотренных законодательством Российской Федерации, также иностранные языки.

<...>

Статья 4. Защита и поддержка государственного языка Российской Федерации

В целях защиты и поддержки государственного языка Российской Федерации федеральные органы государственной власти в пределах своей компетенции:

1) обеспечивают функционирование государственного языка Российской Федерации на всей территории Российской Федерации;

2) разрабатывают и принимают федеральные законы и иные нормативные правовые акты Российской Федерации, разрабатывают и реализуют направленные на защиту и поддержку государственного языка Российской Федерации соответствующие федеральные целевые программы;

3) принимают меры, направленные на обеспечение права граждан Российской Федерации на пользование государственным языком Российской Федерации;

4) принимают меры по совершенствованию системы образования и системы подготовки специалистов в области русского языка и преподавателей русского языка как иностранного языка, а также осуществляют подготовку научно-педагогических кадров для образовательных организаций с обучением на русском языке за пределами Российской Федерации;

5) содействуют изучению русского языка за пределами Российской Федерации;

6) осуществляют государственную поддержку издания словарей и грамматик русского языка;

7) осуществляют контроль за соблюдением законодательства Российской Федерации о государственном языке Российской Федерации, в том числе за использованием слов и выражений, не соответствующих нормам современного русского литературного языка, путем организации проведения независимой экспертизы;

8) принимают иные меры по защите и поддержке государственного языка Российской Федерации.

<...>

Президент Российской Федерации

В. Путин

Задание 2. Проанализируйте следующий текст¹¹:

1. Обозначьте реквизиты и структурно-содержательные элементы документа.
2. Опишите стилевые и языковые особенности.
3. Имеются ли в тексте документа средства, не соответствующие требованиям официально-делового стиля? Докажите свою точку зрения.

УТВЕРЖДАЮ:

Ректор УГГУ, профессор



Н.П. Косарев

РЕГЛАМЕНТ

ношения форменной одежды преподавателями, сотрудниками и студентами УГГУ

1. Общие положения

Форменная одежда УГГУ – важнейший наряду с флагом и гербом символ корпоративной чести и достоинства, принадлежности преподавателей, сотрудников и студентов к высшему учебному заведению – Уральскому государственному горному университету.

Ношение форменной одежды в установленных случаях является почетным правом и обязанностью (моральным долгом) всех преподавателей, сотрудников и студентов УГГУ, облегченных этим доверием. По решению ректора почетное право ношения форменной одежды предоставляется заслуженным выпускникам.

Отказ от форменной одежды рассматривается как пренебрежение горняцким единством и неуважение к корпоративной символике Уральского государственного горного университета.

2. Руководящий состав университета: члены Ученого совета, включая ректорат, деканов, заведующих кафедрами, представителей студенческого, ветеранского и профсоюзного актива, а также руководителя управления отделов и служб, не входящие в Ученый совет, обязаны носить форму в следующих случаях:

- на всех рабочих совещаниях, проводимых ректором, первым проректором и проректором по научной работе;
- на заседаниях Ученого совета и Президиума Ученого совета университета, ученых советах факультетов;
- на торжественных собраниях сотрудников и студентов, митингах, конференциях, проводимых по планам ректората и деканатов;
- при участии в совещаниях, конференциях, торжественных собраниях и других официальных мероприятиях, проводимых органами власти, а также политическими, общественными и научными организациями.

3. Преподаватели университета, имеющие форму, обязаны быть в форменной одежде в следующих случаях:

- во время лекционных занятий;
- при участии в собраниях студентов, преподавателей, конференциях и митингах;

¹¹ Текст Регламента приводится без изменений и исправлений.

– при посещениях ректората и деканатов.

4. Сотрудники из числа административно-управленческого персонала (помощники ректора, проректоров, референты, секретари) обязаны быть в форменной одежде в следующих случаях:

- при нахождении на рабочем месте в дни проведения крупных общеуниверситетских мероприятий, при приеме делегаций, гостей и в иных случаях по распоряжению ректора;
- при участии, в том числе при орг. техническом обеспечении заседания Ученого совета и ректорских совещаний;
- при сопровождении ректора, проректоров во время официальных мероприятий вне университета.

5. Студенты – представители студенческого актива, имеющие форму, обязаны быть в форменной одежде:

- при посещении ректората, деканатов;
- на всех официальных мероприятиях, проводимых в университете;
- при участии в официальных мероприятиях, проводимых вне стен университета органами власти, политическими, общественными, научными и образовательными учреждениями.

6. По собственной инициативе студенты, сотрудники и преподаватели университета могут находиться в форменной одежде во всех случаях, если это не наносит ущерба почетному статусу формы и ее функциональному назначению.



Ученый секретарь совета, профессор
28.09.2005 г.

О. В. Ошкордин

Задание 3. Проанализируйте текст¹² с точки зрения использованных языковых средств, характерных для официально-делового стиля. Опишите средства, с помощью которых в тексте реализуется такая стилевая черта, как волюнтаривность.

Есть ли в Правилах отступления от требований официально-делового стиля? Подтвердите свою точку зрения, опираясь на текст документа.



**Правила внутреннего распорядка обучающихся
в ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»**

Дата введения 01 сентября 2014 года

<...>

5. Основные права и обязанности обучающихся

¹² Текст Правил внутреннего распорядка приводится без изменений и исправлений.

5.1 Права обучающихся

Обучающиеся в университете имеют право:

- получать образование в соответствии с ГОС и ФГОС (в т. ч. актуализированными ФГОС) обучаться в пределах этих стандартов по индивидуальным учебным планам, ускоренным курсам обучения;
- бесплатно пользоваться библиотечно-информационными ресурсами, получать дополнительные (в том числе платные) образовательные услуги;
- участвовать в управлении университетом;
- свободно выражать собственные мнения и убеждения;
- выбирать факультативные (необязательные для данного направления подготовки (специальности) и элективные (избираемые в обязательном порядке) курсы, предлагаемые факультетом и кафедрой;
- участвовать в формировании содержания своего образования при условии соблюдения требований ГОС и ФГОС (в т. ч. актуализированными ФГОС) среднего профессионального и высшего образования; указанное право может быть ограничено условиями договора, заключенного между студентом и физическим или юридическим лицом, оказывающим ему содействие в получении образования и последующем трудоустройстве;
- осваивать помимо учебных дисциплин по избранным направлениям подготовки (специальностям) любые другие учебные дисциплины, преподаваемые в университете, в порядке, предусмотренном Уставом, а также преподаваемые в других высших учебных заведениях (по согласованию между их руководителями);
- определять по согласованию с деканатом и кафедрами набор дисциплин по специальности в пределах, установленных учебным планом, а также посещать дополнительно любые виды учебных занятий, проводимых в университете;
- ставить перед деканом и ректором, руководителем территориально обособленного учебного подразделения вопрос о замене преподавателей, не обеспечивающих должное качество учебного материала, нарушающих расписание занятий, иные правила организации учебно-воспитательного процесса;
- участвовать в обсуждении и решении важнейших вопросов деятельности университета и его обособленных структурных подразделений, в том числе через общественные организации и органы управления;
- бесплатно пользоваться услугами учебных, научных, лечебных и других подразделений университета в порядке, установленном Уставом;
- принимать участие во всех видах научно-исследовательских работ, конференциях, симпозиумах;
- совмещать учебу с профессиональной деятельностью и иной работой;
- представлять свои работы для публикации, в том числе в изданиях университета;
- обжаловать приказы и распоряжения администрации высшего учебного заведения в установленном законодательством РФ порядке;
- переходить с платного договорного обучения на бесплатное обучение в порядке, предусмотренном Уставом университета;
- получать от университета информацию о положении дел в сфере занятости населения и возможностях трудоустройства по специальности в соответствии с заключенными договорами и законодательством о занятости выпускников образовательных учреждений.

Обучающиеся в университете по заочной форме, выполняющие учебный план, имеют право на дополнительный оплачиваемый и не оплачиваемый отпуск по месту работы, на сокращенную рабочую неделю и на другие льготы, которые предоставляются в порядке, устанавливаемом законодательством РФ (ст. 173-176 ТК РФ).

Обучающиеся в университете имеют право на свободное посещение мероприятий, не предусмотренных учебным планом.

Обучающиеся в университете имеют право на перевод в другое образовательное учреждение, реализующее образовательную программу соответствующего уровня, при согласии этого образовательного учреждения и успешном прохождении ими аттестации.

Обучающиеся в университете по очной форме обучения имеют право на получение отсрочки от призыва на военную службу в соответствии с Федеральным законом «О воинской обязанности и военной службе».

5.2 Обязанности обучающихся

Обучающиеся в университете обязаны:

– добросовестно посещать учебные занятия, глубоко овладевать теоретическими знаниями, практическими навыками и современными методами для работы по избранной специальности;

– выполнять в установленные сроки все виды заданий, предусмотренных соответствующими учебными планами и программами обучения;

– постоянно повышать общую культуру, нравственность и физическое совершенство;

– нетерпимо относиться к недостаткам в учебно-воспитательном процессе и быту;

– бережно и аккуратно относиться к учебным и иным помещениям, оборудованию, учебным пособиям, литературе, приборам, другому имуществу университета; без соответствующего разрешения студентам запрещается выносить предметы и оборудование из лабораторий, кабинетов, аудиторий, учебных, бытовых корпусов и других помещений;

– нести материальную ответственность за ущерб, причиненный имуществу университета в соответствии с нормами действующего законодательства;

– незамедлительно сообщать в администрацию университета о возникновении ситуации, представляющей угрозу жизни и здоровью людей, сохранности имущества университета;

– соблюдать требования Устава университета, настоящие Правила и Правила проживания в общежитиях;

– поддерживать деловую репутацию, честь и престиж университета.

Обучающиеся в территориально обособленном учебном подразделении университета (филиале) помимо указанных выше правомочий пользуются правами и исполняют обязанности, предусмотренные Положением о соответствующем структурном подразделении или договорами о профессиональной подготовке, включая договоры на индивидуальную подготовку специалиста.

При неявке на занятия по уважительным причинам обучающийся ставит об этом в известность декана факультета, руководителя (уполномоченного работника) иного учебного структурного подразделения и в первый день явки на учебу представляет данные о причине неявки и документы установленного образца (справки, письма, телеграммы и т. п.), содержащие сведения оправдательного характера.

5.3 Требования к ношению формы

Обучающиеся в университете должны быть дисциплинированными и опрятными, вести себя достойно в университете, на улице, в общественном месте и в быту. В соответствии с решением Ученого совета университета от 25.06.2004 года, обучающиеся обязаны носить форменную одежду в ниже перечисленных случаях:

- на всех совещаниях, проводимых ректором, проректорами и деканами факультетов;
- на торжественных собраниях коллектива, митингах и конференциях;
- при участии в совещаниях, конференциях, торжественных собраниях и иных официальных мероприятиях, проводимых органами власти, а также общественными и научными организациями, на которых обучающиеся университета являются его представителями;
- при участии, в т. ч. организационно-техническом обеспечении заседаний Ученого совета университета и ректорских совещаний; при сопровождении ректора, проректоров во время официальных мероприятий вне университета.
- в иных случаях по распоряжению ректора.

По собственной инициативе обучающиеся университета могут находиться в форменной одежде в иных случаях, если это не наносит ущерба почетному статусу формы и её функциональному назначению.

Запрещается ношение предметов формы одежды измененных или неустановленных образцов, а также знаков различия, не предусмотренных Положением о форменной одежде.

<...>

ТЕМА 12. ОФОРМЛЕНИЕ ДЕЛОВЫХ БУМАГ

Цель – научиться оформлять основные жанры деловых бумаг.

КОНСПЕКТ следующего материала к занятию (требуется записать определение, основные реквизиты и образец):

Заявление – это документ, содержащий просьбу, предложение или жалобу какого-либо лица.

Заявление, как и большинство деловых бумаг, составляется в произвольной форме от руки или печатается на листе бумаги формата А4.

Основные реквизиты заявления:

1. Сведения об адресате (должность, фамилия, инициалы).
2. Сведения об адресате (должность, ФИО полностью, в некоторых случаях адрес или другая контактная информация).
3. Наименование жанра документа.
4. Основной текст заявления с точным изложением просьбы, предложения или жалобы.
5. Опись приложений к документу, если они имеются.
6. Дата.
7. Подпись.

Образец оформления заявления

Декану ФГиГ
проф. Талалаю А. Г.
от студента группы МПГ-16
Волкова Михаила Владимировича

Заявление

Прошу отпустить меня с занятий на 3 дня с 25 по 27 октября 2018 года в связи с участием в областных соревнованиях по футболу.

Копию справки-вызова прилагаю.

01.10.2018 г.



Доверенность – это документ, выдаваемый одним лицом (доверителем) другому лицу (доверенному) для представительства перед третьими лицами и дающий право доверенному лицу действовать от имени доверителя.

Доверенность предоставляет полномочия доверенному лицу предпринимать за доверителя какое-либо действие. В зависимости от вида полномочий различают три вида доверенности: 1) **разовая** (дает право на совершение одного конкретного действия), 2) **специальная** (дает право на совершение однородных действий), 3) **генеральная** (дает право на общее управление имуществом доверителя).

Основные реквизиты разовой доверенности:

1. Наименование жанра документа.
2. Наименование доверителя (ФИО полностью, должность, паспортные данные, адрес регистрации или проживания).
3. Наименование доверенного лица (ФИО полностью, должность, паспортные данные, адрес регистрации или проживания).
4. Формулировка доверяемой функции.
5. Дата.
6. Подпись.

Образец оформления разовой доверенности

Доверенность

Я, Зорянова Евгения Михайловна, студентка группы ВД-16 (паспорт: серия 3209 № 345177, выдан Отделом УФМС России по Свердловской области в Чкаловском районе гор. Екатеринбурга 09.06.2009 г., проживающая по адресу: г. Екатеринбург, ул. 8 марта, д. 104, кв. 190), доверяю Соловчуку Сергею Станиславовичу, студенту группы ГМО-17 (паспорт: серия 5404 № 654321, выдан Железнодорожным РУВД г. Ульяновска 13.09.2008 г., проживающему по адресу: г. Екатеринбург, ул. Сулимова, д. 63, кв. 77), получить в кассе УГГУ мою стипендию за март 2017 года.

25.02.2017 г.



Расписка – это документ, подтверждающий произведенное кем-либо определенное действие (получение ценных предметов).

Расписка всегда составляется от руки. Если она имеет особо важное значение, ее необходимо заверить.

Основные реквизиты расписки:

1. Наименование жанра документа.
2. Наименование лица, получившего ценности (ФИО полностью, должность, паспортные данные, адрес регистрации или проживания).
3. Наименование лица, выдавшего ценности (ФИО полностью, должность, паспортные данные, адрес регистрации или проживания).
4. Точное наименование полученных ценностей с указанием количества (цифрами и прописью).
5. Дата, до которой необходимо вернуть полученные ценности.
6. Дата.
7. Подпись.

Образец оформления расписки

Расписка

Я, Воробьева Наталия Александровна, студентка группы УП-17 (паспорт: серия 5009 № 2435672, выдан отделом УФМС Ленинского района г. Новосибирска 25.09.2005 г., проживающая по адресу: Свердловская область, г. Первоуральск, ул. Горького, д. 7, кв. 5), получила от Штиппеля Артемия Павловича, инженера кафедры ГД (паспорт: серия 6507 № 575849, выдан Отделом УФМС России по Свердловской области в Кировском районе г. Екатеринбурга 05.10.2004 г., проживающего по адресу: г. Екатеринбург, пер. Красный, д. 34, кв. 33), 10 000 (десять тысяч) рублей.

Обязуюсь вернуть указанную сумму до 31 декабря 2017 г.

07 ноября 2017 г.



Докладная записка – это документ, информирующий адресата о сложившейся ситуации, а также содержащий выводы и предложения составителя.

Основной текст докладной записки делится на две части:

- в первой излагаются причины, послужившие поводом для ее написания;
- во второй анализируется сложившаяся ситуация, содержатся выводы и предложения о действиях, которые необходимо предпринять.

Основные реквизиты докладной записки:

1. Сведения об адресате (должность, фамилия, инициалы).

2. Наименование жанра документа.
3. Основной текст, состоящий из двух смысловых частей.
4. Описание приложений к документу, если они имеются.
5. Подпись автора документа, состоящая из трех частей (должность, собственно личная подпись и расшифровка подписи).
6. Дата.

Образец оформления докладной записки

*Ректору УГГУ
проф. Душину А. В.*

Докладная записка

24 декабря 2018 г. примерно в 12.30 я сдал свой пуховик в гардероб 4 учебного корпуса. Через два часа (после окончания праздничных мероприятий) я попытался получить пуховик по бирке, но его не оказалось на вешалке. Студенты, дежурившие в гардеробе в тот день, отказались объяснять, что произошло и куда пропала моя одежда.

Прошу разобраться в сложившейся ситуации и помочь с поисками пуховика.

Описание прилагается.

*Студент группы ТБ-17
25 декабря 2018 г.*



/Вутенко Б. Н./

Объяснительная записка – это документ, объясняющий причины какого-либо события, факта, поступка (нарушения трудовой или учебной дисциплины, невыполнение задания, поручения и т. д.).

Основной текст объяснительной записки делится на две части:

- в первой излагаются, констатируются факты нарушения;
- во второй объясняются причины нарушения.

Основные реквизиты объяснительной записки:

1. Сведения об адресате (должность, фамилия, инициалы).
2. Наименование жанра документа.
3. Основной текст, состоящий из двух смысловых частей.
4. Описание приложений к документу, если они имеются.
5. Подпись автора документа, состоящая из трех частей (должность, собственно личная подпись и расшифровка подписи).
6. Дата.

Образец оформления объяснительной записки

*Зав. кафедрой ИЯДК
доц. Юсуповой Л. Г.*

Объяснительная записка

*05.03.2018 г. я опоздала на практическое занятие по иностранному языку по причине транспортной аварии на перекрестке улиц Малышева и Гагарина.
Выданную транспортным предприятием справку прилагаю.*

*Студентка группы МЭ-15
07.03.2018 г.*



/Вайслер Ю. М./

Задание 1. *Напишите от своего имени следующие жанры деловых бумаг:*

- а) заявление с просьбой продлить Вам сессию на неделю;
- б) заявление с просьбой принять Вас на работу;
- в) доверенность на получение Вашей стипендии в этом месяце;
- г) расписку в получении Вами образцов минералов для выполнения лабораторной работы;
- д) докладную записку о пропаже Ваших личных вещей из аудитории;
- е) объяснительную записку о пропуске Вами занятий в течение недели;
- ж) объяснительную записку о неявке на экзамен.

Задание 2. *Исправьте допущенные ошибки в оформлении и содержании следующих документов. Обратите внимание на нарушение разного типа языковых норм (орфографических, пунктуационных, лексических и грамматических). Запишите исправленный вариант.*

Текст 1

*Декану УГТУ
От студента III курса очной формы
обучения факультета гражданской защиты
Волк Василия Васильевича*

заявление

В связи с отъездом на лидерские сборы очень прошу разрешить не посещать мне занятия на следующей неделе.

09.09.18 г.



Текст 2

Ректору УГТУ
Н. П. Косареву

доверенность.

Я, Задорин Виктор, студент УГТУ, даю право на получение получаемой мной стипендии студенту Гудину Александру Геннадьевичу (паспорт 6509 номер 124338, ул. Мира, 90-1).

1.5.18 г.



/Задорин В. З./

Текст 3

Кафедре ИЯДК

расписка

Я – Пустник Валентин Шимурович, прошу выдать мне учебные пособия для практических занятий. Автор – Мясникова Юлия Марковна в размере одной штуки. Паспортные данные – серия 6102, номер 879521, УФМС России, дата рождения – 19.02.2000 года, проживаю в городе Лангепас на улице Парковая, 7.

Обязуюсь вернуть в срок.

25 сентября



Текст 4

Декану ГМФ
Козину Владимиру
Зиновьевичу

Докладная

Уважаемый Владимир Зиновьевич!

Сегодня я, Курпатова Вера, студентка ГМФ, оставила без присмотра свои вещи в учебной аудитории 2240. При возвращении моих вещей в аудитории не было. Я очень расстроилась.

Пропали: куртка черная кожанная, красная сумка в цветочек, белый платок.



1 октября 2018 года

Текст 5

*Зав. кафедры ТПФ Волкову М. Н.
От студента Хлебникова Семена.*

Объяснительная о прогуле

Я, Семен Хлебников, отсутствовал на занятиях два месяца в связи болезни. Справку из 6 городской больницы прилагаю.

01.11.18

Хлебников С.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература

№ n/n	Наименование
1	<i>Веселкова Т. В.</i> Культура устной и письменной коммуникации: учебное пособие / Т. В. Веселкова, И. С. Выходцева, Н. В. Любезнова. – Саратов: Вузовское образование, ИЦ «Наука», 2020. – 264 с. – ISBN 978-5-4487-0707-0. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: http://www.iprbookshop.ru/94281.html
2	<i>Культура устной и письменной речи делового человека:</i> Справочник. Практикум. М.: Флинта: Наука, 2012 (и другие издания).
3	<i>Меленкова Е. С.</i> Культура речи и стилистика русского языка: учебное пособие для студентов специальностей 21.05.02 – «Прикладная геология», 21.05.03 – «Технология геологической разведки», 21.05.04 – «Горное дело». – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2018. 87 с.
4	<i>Меленкова Е. С.</i> Русский язык делового общения: учебное пособие для студентов всех специальностей и направлений подготовки. Екатеринбург: УГГУ, 2018. 80 с.
5	<i>Меленкова Е. С.</i> Русский язык и культуре речи: учебное пособие с тестовыми заданиями для студентов специальностей 21.05.02 – «Прикладная геология», 21.05.03 – «Технология геологической разведки», 21.05.04 – «Горное дело» / Е. С. Меленкова. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2019. – 98 с.

Дополнительная литература

№ n/n	Наименование
1.	<i>Введенская Л. А., Павлова Л. Г., Кашаева Е. Ю.</i> Русский язык и культура речи: учебное пособие для вузов. Ростов-на-Дону: Феникс, 2004. – 544 с. (и другие стереотипные издания)
2.	<i>Введенская Л. А., Павлова Л. Г., Кашаева Е. Ю.</i> Русский язык и культура речи для инженеров: учебное пособие. Ростов-на-Дону: Феникс, 2003. 384 с.
3.	<i>Голуб И. Б.</i> Русский язык и культура речи: учебное пособие / И. Б. Голуб. – Москва: Логос, 2014. – 432 с. – ISBN 978-5-98704-534-3. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: http://www.iprbookshop.ru/39711.html
4.	<i>Зверева Е. Н.</i> Русский язык и культура речи в профессиональной коммуникации: учебное пособие / Е. Н. Зверева, С. С. Хромов. – Москва: Евразийский открытый институт, 2012. – 432 с. – ISBN 978-5-374-00575-2. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: http://www.iprbookshop.ru/14648.html
5.	<i>Культура научной и деловой речи:</i> учебное пособие для студентов-иностранцев / М. Б. Будильцева, И. Ю. Варламова, Н. С. Новикова, Н. Ю. Царёва. – Москва: Российский университет дружбы народов, 2013. – 240 с. – ISBN 978-5-209-05463-4. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: http://www.iprbookshop.ru/22186.html

6.	<i>Курганская М. Я.</i> Деловые коммуникации: курс лекций / М. Я. Курганская. – Москва: Московский гуманитарный университет, 2013. – 121 с. – ISBN 978-5-98079-935-9. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: http://www.iprbookshop.ru/22455.html
7.	<i>Лапынина Н. Н.</i> Русский язык и культура речи: курс лекций / Н. Н. Лапынина. – Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2012. – 161 с. – ISBN 978-5-89040-431-2. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: http://www.iprbookshop.ru/22667.html
8.	<i>Меленкова Е. С.</i> Культура речи и деловое общение: тестовые задания для студентов всех специальностей. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2013. 78 с.
9.	<i>Меленкова Е. С.</i> Русский язык и культура речи: учебное пособие с упражнениями и контрольными работами для студентов всех специальностей очной и заочной форм обучения. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2011. 80 с.
10.	<i>Меленкова Е. С.</i> Стилистика русского языка: учебное пособие. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2011. 86 с.
11.	<i>Петрова Ю. А.</i> Культура и стиль делового общения: учебное пособие / Ю. А. Петрова. – Москва: ГроссМедиа, 2007. – 190 с. – ISBN 5-476-003-476. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/1129.html
12.	<i>Решетникова Е. В.</i> Русский язык в деловых коммуникациях: учебное пособие / Е. В. Решетникова. – Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2018. – 99 с. – ISBN 2227-8397. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: http://www.iprbookshop.ru/84078.html
13.	<i>Скворцов Л. И.</i> Большой толковый словарь правильной русской речи / Л. И. Скворцов. – Москва: Мир и Образование, Оникс, 2009. – 1104 с. – ISBN 978-5-94666-556-8. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: http://www.iprbookshop.ru/14555.html
14.	<i>Усанова О. Г.</i> Культура профессионального речевого общения: учебно-методическое пособие / О. Г. Усанова. – Челябинск: Челябинский государственный институт культуры, 2008. – 93 с. – ISBN 5-94839-062-4. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: http://www.iprbookshop.ru/56426.html
15.	<i>Федосюк М. Ю., Ладыженская Т. А., Михайлова О. А., Николина Н. А.</i> Русский язык для студентов-нефилологов: учебное пособие. М.:Флинта: Наука, 2014 (и другие стереотипные издания)

ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. *ГОСТ 6.30-2003.* «Унифицированные системы документации. Унифицированная система организационно-распорядительной документации. Требования к оформлению документов» (электронная публикация <http://docs.cntd.ru/document/1200031361>).

2. *Грамота (сайт)*. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.gramota.ru>.
3. *Культура письменной речи (сайт)* [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.gramma.ru>.
4. *Русский язык: энциклопедия русского языка (сайт)*. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://ruskiyuzik.ru>.
5. *Словари и энциклопедии по русскому языку на Академике (сайт)*. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://dic.academic.ru>.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ

Программа по учебно-методическому
Комплексу. _____ С.А. Упоров

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ
РАБОТЕ СТУДЕНТОВ**

Б1.О.26.02 УПРАВЛЕНИЕ КОЛЛЕКТИВОМ

Специальность

21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль)

Электрификация и автоматизация горного производства

Одобрена на заседании кафедры

Управления персоналом

(название кафедры)

Зав.кафедрой

Ветошкина Т. А.
(подпись)

Ветошкина Т. А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 10.09.2023

(Дата)

Рассмотрена методической комиссией

Горно-механического факультета

(название факультета)

Председатель

Осипов П. А.
(подпись)

Осипов П. А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 20.10.2023

(Дата)

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	3
1	Методические рекомендации по решению практико-ориентированных заданий	5
2	Методические рекомендации по составлению тестовых заданий	9
3	Методические рекомендации к опросу	11
4	Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям	13
5	Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям	15
6	Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов	17
7	Заключение	19
	Список использованных источников	22

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа студентов может рассматриваться как организационная форма обучения - система педагогических условий, обеспечивающих управление учебной деятельностью студентов по освоению знаний и умений в области учебной и научной деятельности без посторонней помощи.

Самостоятельная работа студентов проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирования практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развития исследовательских умений;
- получения навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные студентами работы и т. п.

Подразумевается несколько категорий видов самостоятельной работы студентов, значительная часть которых нашла отражения в данных методических рекомендациях:

- работа с источниками литературы и официальными документами (*использование библиотечно-информационной системы*);
- выполнение заданий для самостоятельной работы в рамках учебных дисциплин (*рефераты, эссе, домашние задания, решения практико-ориентированных заданий*);
- реализация элементов научно-педагогической практики (*разработка методических материалов, тестов, тематических портфолио*);
- реализация элементов научно-исследовательской практики (*подготовка текстов докладов, участие в исследованиях*).

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета /экзамена, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов online и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита творческих работ и электронных презентаций и др.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

1. Методические рекомендации по решению практико-ориентированных заданий

Практико-ориентированные задания - метод анализа ситуаций. Суть его заключается в том, что студентам предлагают осмыслить реальную жизненную ситуацию, описание которой одновременно отражает не только какую-либо практическую проблему, но и актуализирует определенный комплекс знаний, который необходимо усвоить при разрешении данной проблемы. При этом сама проблема не имеет однозначных решений.

Использование метода практико-ориентированного задания как образовательной технологии профессионально-ориентированного обучения представляет собой сложный процесс, плохо поддающийся алгоритмизации¹. Формально можно выделить следующие этапы:

- ознакомление студентов с текстом;
- анализ практико-ориентированного задания;
- организация обсуждения практико-ориентированного задания, дискуссии, презентации;
- оценивание участников дискуссии;
- подведение итогов дискуссии.

Ознакомление студентов с текстом практико-ориентированного задания и последующий анализ практико-ориентированного задания чаще всего осуществляются за несколько дней до его обсуждения и реализуются как самостоятельная работа студентов; при этом время, отводимое на подготовку, определяется видом практико-ориентированного задания, его объемом и сложностью.

Общая схема работы с практико-ориентированное заданием на данном этапе может быть представлена следующим образом: в первую очередь следует выявить ключевые проблемы практико-ориентированного задания и понять, какие именно из представленных данных важны для решения; войти в ситуационный контекст практико-ориентированного задания, определить, кто его главные действующие лица, отобрать факты и понятия, необходимые для анализа, понять, какие трудности могут возникнуть при решении задачи; следующим этапом является выбор метода исследования.

Знакомство с небольшими практико-ориентированного заданиями и их обсуждение может быть организовано непосредственно на занятиях. Принципиально важным в этом случае является то, чтобы часть теоретического курса, на которой базируется практико-ориентированное задание, была бы прочитана и проработана студентами.

Максимальная польза из работы над практико-ориентированного заданиями будет извлечена в том случае, если аспиранты при предварительном знакомстве с ними будут придерживаться систематического подхода к их анализу, основные шаги которого представлены ниже:

1. Выпишите из соответствующих разделов учебной дисциплины ключевые идеи, для того, чтобы освежить в памяти теоретические концепции и подходы, которые Вам предстоит использовать при анализе практико-ориентированного задания.
2. Бегло прочтите практико-ориентированное задание, чтобы составить о нем общее представление.
3. Внимательно прочтите вопросы к практико-ориентированное задание и убедитесь в том, что Вы хорошо поняли, что Вас просят сделать.
4. Вновь прочтите текст практико-ориентированного задания, внимательно фиксируя все факторы или проблемы, имеющие отношение к поставленным вопросам.
5. Прикиньте, какие идеи и концепции соотносятся с проблемами, которые Вам предлагается рассмотреть при работе с практико-ориентированное заданием.

¹ Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально -ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://evolkov.net/case/case.study.html/>

Организация обсуждения практико-ориентированного задания предполагает формулирование перед студентами вопросов, включение их в дискуссию. Вопросы обычно подготавливаются заранее и предлагают студентам вместе с текстом практико-ориентированного задания. При разборе учебной ситуации преподаватель может занимать активную или пассивную позицию, иногда он «дирижирует» разбором, а иногда ограничивается подведением итогов дискуссии.

Организация обсуждения практико-ориентированных заданий обычно основывается на двух методах. Первый из них носит название традиционного Гарвардского метода - открытая дискуссия. Альтернативным методом является метод, связанный с индивидуальным или групповым опросом, в ходе которого аспиранты делают формальную устную оценку ситуации и предлагают анализ представленного практико-ориентированного задания, свои решения и рекомендации, т.е. делают презентацию. Этот метод позволяет некоторым студентам минимизировать их учебные усилия, поскольку каждый аспирант опрашивается один-два раза за занятие. Метод развивает у студентов коммуникативные навыки, учит их четко выражать свои мысли. Однако, этот метод менее динамичен, чем Гарвардский метод. В открытой дискуссии организация и контроль участников более сложен.

Дискуссия занимает центральное место в методе. Ее целесообразно использовать в том случае, когда аспиранты обладают значительной степенью зрелости и самостоятельности мышления, умеют аргументировать, доказывать и обосновывать свою точку зрения. Важнейшей характеристикой дискуссии является уровень ее компетентности, который складывается из компетентности ее участников. Неподготовленность студентов к дискуссии делает ее формальной, превращает в процесс вытаскивания ими информации у преподавателя, а не самостоятельное ее добывание.

Особое место в организации дискуссии при обсуждении и анализе практико-ориентированного задания принадлежит использованию метода генерации идей, получившего название «мозговой атаки» или «мозгового штурма».

Метод «мозговой атаки» или «мозгового штурма» был предложен в 30-х годах прошлого столетия А. Осборном как групповой метод решения проблем. К концу XX столетия этот метод приобрел особую популярность в практике управления и обучения не только как самостоятельный метод, но и как использование в процессе деятельности с целью усиления ее продуктивности. В процессе обучения «мозговая атака» выступает в качестве важнейшего средства развития творческой активности студентов. «Мозговая атака» включает в себя три фазы.

Первая фаза представляет собой вхождение в психологическую раскованность, отказ от стереотипности, страха показаться смешным и неудачником; достигается созданием благоприятной психологической обстановки и взаимного доверия, когда идеи теряют авторство, становятся общими. Основная задача этой фазы - успокоиться и расковаться.

Вторая фаза - это собственно атака; задача этой фазы - породить поток, лавину идей. «Мозговая атака» в этой фазе осуществляется по следующим принципам:

- есть идея, - говорю, нет идеи, - не молчу;
- поощряется самое необузданное ассоциирование, чем более дикой покажется идея, тем лучше;
- количество предложенных идей должно быть как можно большим;
- высказанные идеи разрешается заимствовать и как угодно комбинировать, а также видоизменять и улучшать;
- исключается критика, можно высказывать любые мысли без боязни, что их признают плохими, критикующих лишают слова;
- не имеют никакого значения социальные статусы участников; это абсолютная демократия и одновременно авторитаризм сумасшедшей идеи;
- все идеи записываются в протокольный список идей;

- время высказываний - не более 1-2 минут.

Третья фаза представляет собой творческий анализ идей с целью поиска конструктивного решения проблемы по следующим правилам:

- анализировать все идеи без дискриминации какой-либо из них;
- найти место идее в системе и найти систему под идею;
- не умножать сущностей без надобности;
- не должна нарушаться красота и изящество полученного результата;
- должно быть принципиально новое видение;
- ищи «жемчужину в навозе».

В методе мозговая атака применяется при возникновении у группы реальных затруднений в осмыслении ситуации, является средством повышения активности студентов. В этом смысле мозговая атака представляется не как инструмент поиска новых решений, хотя и такая ее роль не исключена, а как своеобразное «подталкивание» к познавательной активности.

Презентация, или представление результатов анализа практико-ориентированного задания, выступает очень важным аспектом метода *case-study*. Умение публично представить интеллектуальный продукт, хорошо его рекламировать, показать его достоинства и возможные направления эффективного использования, а также выстоять под шквалом критики, является очень ценным интегральным качеством современного специалиста. Презентация оттачивает многие глубинные качества личности: волю, убежденность, целенаправленность, достоинство и т.п.; она вырабатывает навыки публичного общения, формирования своего собственного имиджа.

Публичная (устная) презентация предполагает представление решений практико-ориентированного задания группе, она максимально вырабатывает навыки публичной деятельности и участия в дискуссии. Устная презентация обладает свойством кратковременного воздействия на студентов и, поэтому, трудна для восприятия и запоминания. Степень подготовленности выступающего проявляется в спровоцированной им дискуссии: для этого необязательно делать все заявления очевидными и неопровержимыми. Такая подача материала при анализе практико-ориентированного задания может послужить началом дискуссии. При устной презентации необходимо учитывать эмоциональный настрой выступающего: отношение и эмоции говорящего вносят существенный вклад в сообщение. Одним из преимуществ публичной (устной) презентации является ее гибкость. Оратор может откликаться на изменения окружающей обстановки, адаптировать свой стиль и материал, чувствуя настроение аудитории.

Непубличная презентация менее эффективна, но обучающая роль ее весьма велика. Чаще всего непубличная презентация выступает в виде подготовки отчета по выполнению задания, при этом стимулируются такие качества, как умение подготовить текст, точно и аккуратно составить отчет, не допустить ошибки в расчетах и т.д. Подготовка письменного анализа практико-ориентированного задания аналогична подготовке устного, с той разницей, что письменные отчеты-презентации обычно более структурированы и детализированы. Основное правило письменного анализа практико-ориентированного задания заключается в том, чтобы избегать простого повторения информации из текста, информация должна быть представлена в переработанном виде. Самым важным при этом является собственный анализ представленного материала, его соответствующая интерпретация и сделанные предложения. Письменный отчет - презентация может сдаваться по истечении некоторого времени после устной презентации, что позволяет студентам более тщательно проанализировать всю информацию, полученную в ходе дискуссии.

Как письменная, так и устная презентация результатов анализа практико-ориентированного задания может быть групповой и индивидуальной. Отчет может быть индивидуальным или групповым в зависимости от сложности и объема задания. Индивидуальная презентация формирует ответственность, собранность, волю;

групповая - аналитические способности, умение обобщать материал, системно видеть проект.

Оценивание участников дискуссии является важнейшей проблемой обучения посредством метода практико-ориентированного задания. При этом выделяются следующие требования к оцениванию:

- объективность - создание условий, в которых бы максимально точно выявлялись знания обучаемых, предъявление к ним единых требований, справедливое отношение к каждому;
- обоснованность оценок - их аргументация;
- систематичность - важнейший психологический фактор, организующий и дисциплинирующий студентов, формирующий настойчивость и устремленность в достижении цели;
- всесторонность и оптимальность.

Оценивание участников дискуссии предполагает оценивание не столько набора определенных знаний, сколько умения студентов анализировать конкретную ситуацию, принимать решение, логически мыслить.

Следует отметить, что оценивается содержательная активность студента в дискуссии или публичной (устной) презентации, которая включает в себя следующие составляющие:

- выступление, которое характеризует попытку серьезного предварительного анализа (правильность предложений, подготовленность, аргументированность и т.д.);
- обращение внимания на определенный круг вопросов, которые требуют углубленного обсуждения;
- владение категориальным аппаратом, стремление давать определения, выявлять содержание понятий;
- демонстрация умения логически мыслить, если точки зрения, высказанные раньше, подытоживаются и приводят к логическим выводам;
- предложение альтернатив, которые раньше оставались без внимания;
- предложение определенного плана действий или плана воплощения решения;
- определение существенных элементов, которые должны учитываться при анализе практико-ориентированного задания;
- заметное участие в обработке количественных данных, проведении расчетов;
- подведение итогов обсуждения.

При оценивании анализа практико-ориентированного задания, данного студентами при непубличной (письменной) презентации учитывается:

- формулировка и анализ большинства проблем, имеющих в практико-ориентированное задание;
- формулировка собственных выводов на основании информации о практико-ориентированное задание, которые отличаются от выводов других студентов;
- демонстрация адекватных аналитических методов для обработки информации;
- соответствие приведенных в итоге анализа аргументов ранее выявленным проблемам, сделанным выводам, оценкам и использованным аналитическим методам.

2. Методические рекомендации по составлению тестовых заданий

Требования к составлению тестовых заданий

Тестовое задание (ТЗ) - варьирующаяся по элементам содержания и по трудности единица контрольного материала, сформулированная в утвердительной форме предложения с неизвестным. Подстановка правильного ответа вместо неизвестного компонента превращает задание в истинное высказывание, подстановка неправильного ответа приводит к образованию ложного высказывания, что свидетельствует о незнании студентом данного учебного материала.

Для правильного составления ТЗ необходимо выполнить следующие *требования*:

1. Содержание каждого ТЗ должно охватывать какую-либо одну смысловую единицу, то есть должно оценивать что-то одно.
2. Ориентация ТЗ на получение *однозначного* заключения.
3. Формулировка содержания ТЗ в виде свернутых кратких суждений. Рекомендуемое количество слов в задании не более 15. В тексте не должно быть преднамеренных подсказок и сленга, а также оценочных суждений автора ТЗ. Формулировка ТЗ должна быть в повествовательной форме (не в форме вопроса). По возможности, текст ТЗ не должен содержать сложноподчиненные конструкции, повелительного наклонения («выберите», «вычислите», «укажите» и т.д). Специфический признак (ключевое слово) выносится в начало ТЗ. Не рекомендуется начинать ТЗ с предлога, союза, частицы.
4. Соблюдение единого стиля оформления ТЗ.

Требования к формам ТЗ

ТЗ может быть представлено в одной из четырех стандартизованных форм:

- закрытой (с выбором одного или нескольких заключений);
- открытой;
- на установление правильной последовательности;
- на установление соответствия.

Выбор формы ТЗ зависит от того, какой вид знаний следует проверить. Так, для оценки фактологических знаний (знаний конкретных фактов, названий, имён, дат, понятий) лучше использовать тестовые задания закрытой или открытой формы.

Ассоциативных знаний (знаний о взаимосвязи определений и фактов, авторов и их теорий, сущности и явления, о соотношении между различными предметами, законами, датами) - заданий на установление соответствия. Процессуальных знаний (знаний правильной последовательности различных действий, процессов) - заданий на определение правильной последовательности.

Тестовое задание закрытой формы

Если к заданиям даются готовые ответы на выбор (обычно один правильный и остальные неправильные), то такие задания называются заданиями с выбором одного правильного ответа или с единичным выбором.

При использовании этой формы следует руководствоваться правилом: в каждом задании с выбором одного правильного ответа правильный ответ должен быть.

Помимо этого, бывают задания с выбором нескольких правильных ответов или с множественным выбором. Подобная форма заданий не допускает наличия в общем перечне ответов следующих вариантов: «все ответы верны» или «нет правильного ответа».

Вариантов выбора (дистракторов) должно быть не менее 4 и не более 7. Если дистракторов мало, то возрастает вероятность угадывания правильного ответа, если слишком много, то делает задание громоздким. Кроме того, дистракторы в большом

количестве часто бывают неоднородными, и тестируемый сразу исключает их, что также способствует угадыванию.

Дистракторы должны быть приблизительно одной длины. Не допускается наличие повторяющихся фраз (слов) в дистракторах.

Тестовое задание открытой формы

В заданиях открытой формы готовые ответы с выбором не даются. Требуется сформулированное самим тестируемым заключение. Задания открытой формы имеют вид неполного утверждения, в котором отсутствует один или несколько ключевых элементов. В качестве ключевых элементов могут быть: число, буква, слово или словосочетание. При формулировке задания на месте ключевого элемента, необходимо поставить прочерк или многоточие. Утверждение превращается в истинное высказывание, если ответ правильный и в ложное высказывание, если ответ неправильный. Необходимо предусмотреть наличие всех возможных вариантов правильного ответа и отразить их в ключе, поскольку отклонения от эталона (правильного ответа) могут быть зафиксированы проверяющим как неверные.

Тестовые задания на установление правильной последовательности

Такое задание состоит из однородных элементов некоторой группы и четкой формулировки критерия упорядочения этих элементов.

Задание начинается со слова: «Последовательность».

Тестовые задания на установление соответствия

Такое задание состоит из двух групп элементов и четкой формулировки критерия выбора соответствия между ними.

Соответствие устанавливается по принципу 1:1 (одному элементу первой группы соответствует только один элемент второй группы) или 1:М (одному элементу первой группы соответствуют М элементов второй группы). Внутри каждой группы элементы должны быть однородными. Количество элементов второй группы должно превышать количество элементов первой группы. Максимальное количество элементов второй группы должно быть не более 10, первой группы - не менее 2.

Задание начинается со слова: «Соответствие». Номера и буквы используются как идентификаторы (метки) элементов. Арабские цифры являются идентификаторами первой группы, заглавные буквы русского алфавита - второй. Номера и буквы отделяются от содержания столбцов круглой скобкой.

3. Методические указания по подготовке к опросу

Самостоятельная работа обучающихся включает подготовку к устному или письменному опросу на семинарских занятиях. Для этого обучающийся изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

Письменный опрос

В соответствии с технологической картой письменный опрос является одной из форм текущего контроля успеваемости студента по данной дисциплине. При подготовке к письменному опросу студент должен внимательно изучать лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

При изучении материала студент должен убедиться, что хорошо понимает основную терминологию темы, умеет ее использовать в нужном контексте. Желательно составить краткий конспект ответа на предполагаемые вопросы письменной работы, чтобы убедиться в том, что студент владеет материалом и может аргументировано, логично и грамотно письменно изложить ответ на вопрос. Следует обратить особое внимание на написание профессиональных терминов, чтобы избегать грамматических ошибок в работе. При изучении новой для студента терминологии рекомендуется изготовить карточки, которые содержат новый термин и его расшифровку, что значительно облегчит работу над материалом.

Устный опрос

Целью устного собеседования являются обобщение и закрепление изученного курса. Студентам предлагаются для освещения сквозные концептуальные проблемы. При подготовке следует использовать лекционный материал и учебную литературу. Для более глубокого постижения курса и более основательной подготовки рекомендуется познакомиться с указанной дополнительной литературой. Готовясь к семинару, студент должен, прежде всего, ознакомиться с общим планом семинарского занятия. Следует внимательно прочесть свой конспект лекции по изучаемой теме и рекомендуемую к теме семинара литературу. С незнакомыми терминами и понятиями следует ознакомиться в предлагаемом глоссарии, словаре или энциклопедии ².

Критерии качества устного ответа.

1. Правильность ответа по содержанию.
2. Полнота и глубина ответа.
3. Сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала).
4. Логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться профессиональной терминологией).
5. Рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели).
6. Своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе).

² Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii_dlya_studentov_21.pdf

7. Использование дополнительного материала (приветствуется, но не обязательно для всех студентов).

8. Рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей студентов)³.

Ответ на каждый вопрос из плана семинарского занятия должен быть содержательным и аргументированным. Для этого следует использовать документы, монографическую, учебную и справочную литературу.

Для успешной подготовки к устному опросу, студент должен законспектировать рекомендуемую литературу, внимательно осмыслить лекционный материал и сделать выводы. В среднем, подготовка к устному опросу по одному семинарскому занятию занимает от 2 до 4 часов в зависимости от сложности темы и особенностей организации обучающимся своей самостоятельной работы.

³Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]:
http://priab.ru/images/metod_agro/Metod_Inostran_yazyk_35.03.04_Agro_15.01.2016.pdf

4. Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям

На практических занятиях необходимо стремиться к самостоятельному решению задач, находя для этого более эффективные методы. При этом студентам надо приучить себя доводить решения задач до конечного «идеального» ответа. Это очень важно для будущих специалистов. Практические занятия вырабатывают навыки самостоятельной творческой работы, развивают мыслительные способности.

Практическое занятие – активная форма учебного процесса, дополняющая теоретический курс или лекционную часть учебной дисциплины и призванная помочь обучающимся освоиться в «пространстве» (тематике) дисциплины, самостоятельно прооперировать теоретическими знаниями на конкретном учебном материале.

Продолжительность одного практического занятия – от 2 до 4 академических часов. Общая доля практических занятий в учебном времени на дисциплину – от 10 до 20 процентов (при условии, что все активные формы займут в учебном времени на дисциплину от 40 до 60 процентов).

Для практического занятия в качестве темы выбирается обычно такая учебная задача, которая предполагает не существенные эвристические и аналитические напряжения и продвижения, а потребность обучающегося «потрогать» материал, опознать в конкретном то общее, о чем говорилось в лекции. Например, при рассмотрении вопросов оплаты труда, мотивации труда и проблем безработицы в России имеет смысл провести практические занятия со следующими сюжетами заданий: «Расчет заработной платы работников предприятия». «Разработка механизма мотивации труда на предприятии N». «В чем причины и особенности безработицы в России?». Последняя тема предполагает уже некоторую аналитическую составляющую. Основная задача первой из этих тем - самим посчитать заработную плату для различных групп работников на примере заданных параметров для конкретного предприятия, т. е. сделать расчеты «как на практике»; второй – дать собственный вариант мотивационной политики для предприятия, учитывая особенности данного объекта, отрасли и т.д.; третьей – опираясь на теоретические знания в области проблем занятости и безработицы, а также статистические материалы, сделать авторские выводы о видах безработицы, характерных для России, и их причинах, а также предложить меры по минимизации безработицы.

Перед проведением занятия должен быть подготовлен специальный материал – тот объект, которым обучающиеся станут оперировать, активизируя свои теоретические (общие) знания и тем самым, приобретая навыки выработки уверенных суждений и осуществления конкретных действий.

Дополнительный материал для практического занятия лучше получить у преподавателя заранее, чтобы у студентов была возможность просмотреть его и подготовить вопросы.

Условия должны быть такими, чтобы каждый мог работать самостоятельно от начала до конца. В аудитории должны быть «под рукой» необходимые справочники и тексты законов и нормативных актов по тематике занятия. Чтобы сделать практическое занятие максимально эффективным, надо заранее подготовить и изучить материал по наиболее интересным и практически важным темам.

Особенности практического занятия с использованием компьютера

Для того чтобы повысить эффективность проведения практического занятия, может использоваться компьютер по следующим направлениям:

- поиск информации в Интернете по поставленной проблеме: в этом случае преподаватель представляет обучающимся перечень рекомендуемых для посещения Интернет-сайтов;
- использование прикладных обучающих программ;
- выполнение заданий с использованием обучающимися заранее установленных преподавателем программ;
- использование программного обеспечения при проведении занятий, связанных с моделированием социально-экономических процессов.

5. Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям

Семинар представляет собой комплексную форму и завершающее звено в изучении определенных тем, предусмотренных программой учебной дисциплины. Комплексность данной формы занятий определяется тем, что в ходе её проведения сочетаются выступления обучающихся и преподавателя: рассмотрение обсуждаемой проблемы и анализ различных, часто дискуссионных позиций; обсуждение мнений обучающихся и разъяснение (консультация) преподавателя; углубленное изучение теории и приобретение навыков умения ее использовать в практической работе.

По своему назначению семинар, в процессе которого обсуждается та или иная научная проблема, способствует:

- углубленному изучению определенного раздела учебной дисциплины, закреплению знаний;
- отработке методологии и методических приемов познания;
- выработке аналитических способностей, умения обобщения и формулирования выводов;
- приобретению навыков использования научных знаний в практической деятельности;
- выработке умения кратко, аргументированно и ясно излагать обсуждаемые вопросы;
- осуществлению контроля преподавателя за ходом обучения.

Семинары представляют собой дискуссию в пределах обсуждаемой темы (проблемы). Дискуссия помогает участникам семинара приобрести более совершенные знания, проникнуть в суть изучаемых проблем. Выработать методологию, овладеть методами анализа социально-экономических процессов. Обсуждение должно носить творческий характер с четкой и убедительной аргументацией.

По своей структуре семинар начинается со вступительного слова преподавателя, в котором кратко излагаются место и значение обсуждаемой темы (проблемы) в данной дисциплине, напоминаются порядок и направления ее обсуждения. Конкретизируется ранее известный обучающимся план проведения занятия. После этого начинается процесс обсуждения вопросов обучающимися. Завершается занятие заключительным словом преподавателя.

Проведение семинарских занятий в рамках учебной группы (20 - 25 человек) позволяет обеспечить активное участие в обсуждении проблемы всех присутствующих.

По ходу обсуждения темы помните, что изучение теории должно быть связано с определением (выработкой) средств, путей применения теоретических положений в практической деятельности, например, при выполнении функций государственного служащего. В то же время важно не свести обсуждение научной проблемы только к

пересказу случаев из практики работы, к критике имеющих место недостатков. Дискуссии имеют важное значение: учат дисциплине ума, умению выступать по существу, мыслить логически, выделяя главное, критически оценивать выступления участников семинара.

В процессе проведения семинара обучающиеся могут использовать разнообразные по своей форме и характеру пособия (от доски смелом до самых современных технических средств), демонстрируя фактический, в том числе статистический материал, убедительно подтверждающий теоретические выводы и положения. В завершение обсудите результаты работы семинара и сделайте выводы, что хорошо усвоено, а над чем следует дополнительно поработать.

В целях эффективности семинарских занятий необходима обстоятельная подготовка к их проведению. В начале семестра (учебного года) возьмите в библиотеке необходимые методические материалы для своевременной подготовки к семинарам. Во время лекций, связанных с темой семинарского занятия, следует обращать внимание на то, что необходимо дополнительно изучить при подготовке к семинару (новые официальные документы, статьи в периодических журналах, вновь вышедшие монографии и т.д.).

6. Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов

Экзамен - одна из важнейших частей учебного процесса, имеющая огромное значение.

Во-первых, готовясь к экзамену, студент приводит в систему знания, полученные на лекциях, семинарах, практических и лабораторных занятиях, разбирается в том, что осталось непонятным, и тогда изучаемая им дисциплина может быть воспринята в полном объеме с присущей ей строгостью и логичностью, ее практической направленностью. А это чрезвычайно важно для будущего специалиста.

Во-вторых, каждый хочет быть волевым и сообразительным., выдержанным и целеустремленным, иметь хорошую память, научиться быстро находить наиболее рациональное решение в трудных ситуациях. Очевидно, что все эти качества не только украшают человека, но и делают его наиболее действенным членом коллектива. Подготовка и сдача экзамена помогают студенту глубже усвоить изучаемые дисциплины, приобрести навыки и качества, необходимые хорошему специалисту.

Конечно, успех на экзамене во многом обусловлен тем, насколько систематически и глубоко работал студент в течение семестра. Совершенно очевидно, что серьезно продумать и усвоить содержание изучаемых дисциплин за несколько дней подготовки к экзамену просто невозможно даже для очень способного студента. И, кроме того, хорошо известно, что быстро выученные на память разделы учебной дисциплины так же быстро забываются после сдачи экзамена.

При подготовке к экзамену студенты не только повторяют и дорабатывают материал дисциплины, которую они изучали в течение семестра, они обобщают полученные знания, осмысливают методологию предмета, его систему, выделяют в нем основное и главное, воспроизводят общую картину с тем, чтобы яснее понять связь между отдельными элементами дисциплины. Вся эта обобщающая работа проходит в условиях напряжения воли и сознания, при значительном отвлечении от повседневной жизни, т. е. в условиях, благоприятствующих пониманию и запоминанию.

Подготовка к экзаменам состоит в приведении в порядок своих знаний. Даже самые способные студенты не в состоянии в короткий период зачетно-экзаменационной сессии усвоить материал целого семестра, если они над ним не работали в свое время. Для тех, кто мало занимался в семестре, экзамены принесут мало пользы: что быстро пройдено, то быстро и забудется. И хотя в некоторых случаях студент может «проскочить» через экзаменационный барьер, в его подготовке останется серьезный пробел, трудно восполняемый впоследствии.

Определив назначение и роль экзаменов в процессе обучения, попытаемся на этой основе пояснить, как лучше готовиться к ним.

Экзаменам, как правило, предшествует защита курсовых работ (проектов) и сдача зачетов. К экзаменам допускаются только студенты, защитившие все курсовые работы (проекты) и сдавшие все зачеты. В вузе сдача зачетов организована так, что при систематической работе в течение семестра, своевременной и успешной сдаче всех текущих работ, предусмотренных графиком учебного процесса, большая часть зачетов не вызывает повышенной трудности у студента. Студенты, работавшие в семестре по плану, подходят к экзаменационной сессии без напряжения, без излишней затраты сил в последнюю, «зачетную» неделю.

Подготовку к экзамену следует начинать с первого дня изучения дисциплины. Как правило, на лекциях подчеркиваются наиболее важные и трудные вопросы или разделы дисциплины, требующие внимательного изучения и обдумывания. Нужно эти вопросы выделить и обязательно постараться разобраться в них, не дожидаясь экзамена,

проработать их, готовясь к семинарам, практическим или лабораторным занятиям, попробовать самостоятельно решить несколько типовых задач. И если, несмотря на это, часть материала осталась неувоенной, ни в коем случае нельзя успокаиваться, надеясь на то, что это не попадет на экзамене. Факты говорят об обратном; если те или другие вопросы учебной дисциплины не вошли в экзаменационный билет, преподаватель может их задать (и часто задает) в виде дополнительных вопросов.

Точно такое же отношение должно быть выработано к вопросам и задачам, перечисленным в программе учебной дисциплины, выдаваемой студентам в начале семестра. Обычно эти же вопросы и аналогичные задачи содержатся в экзаменационных билетах. Не следует оставлять без внимания ни одного раздела дисциплины: если не удалось в чем-то разобраться самому, нужно обратиться к товарищам; если и это не помогло выяснить какой-либо вопрос до конца, нужно обязательно задать этот вопрос преподавателю на предэкзаменационной консультации. Чрезвычайно важно приучить себя к умению самостоятельно мыслить, учиться думать, понимать суть дела. Очень полезно после проработки каждого раздела восстановить в памяти содержание изученного материала, кратко записав это на листе бумаги, создать карту памяти (умственную карту), изобразить необходимые схемы и чертежи (логико-графические схемы), например, отобразить последовательность вывода теоремы или формулы. Если этого не сделать, то большая часть материала останется не понятой, а лишь формально заученной, и при первом же вопросе экзаменатора студент убедится в том, насколько поверхностно он усвоил материал.

В период экзаменационной сессии происходит резкое изменение режима работы, отсутствует посещение занятий по расписанию. При всяком изменении режима работы очень важно скорее приспособиться к новым условиям. Поэтому нужно сразу выбрать такой режим работы, который сохранился бы в течение всей сессии, т. е. почти на месяц. Необходимо составить для себя новый распорядок дня, чередуя занятия с отдыхом. Для того чтобы сократить потерю времени на включение в работу, рабочие периоды целесообразно делать длительными, разделив день примерно на три части: с утра до обеда, с обеда до ужина и от ужина до сна.

Каждый рабочий период дня надо заканчивать отдыхом. Наилучший отдых в период экзаменационной сессии - прогулка, кратковременная пробежка или какой-либо неустойчивый физический труд.

При подготовке к экзаменам основное направление дают программа учебной дисциплины и студенческий конспект, которые указывают, что наиболее важно знать и уметь делать. Основной материал должен прорабатываться по учебнику (если такой имеется) и учебным пособиям, так как конспекта далеко недостаточно для изучения дисциплины. Учебник должен быть изучен в течение семестра, а перед экзаменом сосредоточьте внимание на основных, наиболее сложных разделах. Подготовку по каждому разделу следует заканчивать восстановлением по памяти его краткого содержания в логической последовательности.

За один - два дня до экзамена назначается консультация. Если ее правильно использовать, она принесет большую пользу. Во время консультации студент имеет полную возможность получить ответ на нее и ясные ему вопросы. А для этого он должен проработать до консультации все темы дисциплины. Кроме того, преподаватель будет отвечать на вопросы других студентов, что будет для вас повторением и закреплением знаний. И еще очень важное обстоятельство: преподаватель на консультации, как правило, обращает внимание на те вопросы, по которым на предыдущих экзаменах ответы были неудовлетворительными, а также фиксирует внимание на наиболее трудных темах дисциплины. Некоторые студенты не приходят на консультации либо потому, что считают,

что у них нет вопросов к преподавателю, либо полагают, что у них и так мало времени и лучше самому прочитать материал в конспекте или учебнике. Это глубокое заблуждение. Никакая другая работа не сможет принести столь значительного эффекта накануне экзамена, как консультация преподавателя.

Но консультация не может возместить отсутствия длительной работы в течение семестра и помочь за несколько часов освоить материал, требующийся к экзамену. На консультации студент получает ответы на трудные или оставшиеся неясными вопросы и, следовательно, дорабатывается материал. Консультации рекомендуется посещать, подготовив к ним все вопросы, вызывающие сомнения. Если студент придет на консультацию, не проработав всего материала, польза от такой консультации будет невелика.

Очень важным условием для правильного режима работы в период экзаменационной сессии является нормальный сон. Подготовка к экзамену не должна идти в ущерб сну, иначе в день экзамена не будет чувства свежести и бодрости, необходимых для хороших ответов. Вечер накануне экзамена рекомендуем закончить небольшой прогулкой.

Итак, *основные советы* для подготовки к сдаче зачетов и экзаменов состоят в следующем:

- лучшая подготовка к зачетам и экзаменам - равномерная работа в течение всего семестра;
- используйте программы учебных дисциплин - это организует вашу подготовку к зачетам и экзаменам;
- учитывайте, что для полноценного изучения учебной дисциплины необходимо время;
- составляйте планы работы во времени;
- работайте равномерно и ритмично;
- курсовые работы (проекты) желательно защищать за одну - две недели до начала зачетно-экзаменационной сессии;
- все зачеты необходимо сдавать до начала экзаменационной сессии;
- помните, что конспект не заменяет учебник и учебные пособия, а помогает выбрать из него основные вопросы и ответы;
- при подготовке наибольшее внимание и время уделяйте трудным и непонятным вопросам учебной дисциплины;
- грамотно используйте консультации;
- соблюдайте правильный режим труда и отдыха во время сессии, это сохранит работоспособность и даст хорошие результаты;
- учитесь владеть собой на зачете и экзамене;
- учитесь точно и кратко передавать свои мысли, поясняя их, если нужно, логико-графическими схемами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методические указания по выполнению самостоятельной работы обучающихся являются неотъемлемой частью процесса обучения в вузе. Правильная организация самостоятельной работы позволяет обучающимся развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, способствует формированию навыков совершенствования профессионального мастерства. Также внеаудиторное время включает в себя подготовку к аудиторным занятиям и изучение отдельных тем, расширяющих и углубляющих представления обучающихся по разделам изучаемой дисциплины.

Таким образом, обучающийся используя методические указания может в достаточном объеме усвоить и успешно реализовать конкретные знания, умения, навыки и получить опыт при выполнении следующих условий:

- 1) систематическая самостоятельная работа по закреплению полученных знаний и навыков;
- 2) добросовестное выполнение заданий;
- 3) выяснение и уточнение отдельных предпосылок, умозаключений и выводов, содержащихся в учебном курсе;
- 4) сопоставление точек зрения различных авторов по затрагиваемым в учебном курсе проблемам; выявление неточностей и некорректного изложения материала в периодической и специальной литературе;
- 5) периодическое ознакомление с последними теоретическими и практическими достижениями;
- 6) проведение собственных научных и практических исследований по одной или нескольким актуальным проблемам;
- 7) подготовка научных статей для опубликования в периодической печати, выступление на научно-практических конференциях, участие в работе студенческих научных обществ, круглых столах и диспутах.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Брандес М. П. Немецкий язык. Переводческое реферирование: практикум. М.: КДУ, 2008. – 368 с.
2. Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально-ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://evolkov.net/case/case.study.html/>
3. Методические рекомендации по написанию реферата. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.hse.spb.ru/edu/recommendations/method-referat-2005.phtml>
4. Фролова Н. А. Реферирование и аннотирование текстов по специальности (на материале немецкого языка): Учеб. пособие / ВолГТУ, Волгоград, 2006. - С.5.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-методическому комплексу С.А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ

Б1.О.26.03 САМООРГАНИЗАЦИЯ И SELF-МЕНЕДЖМЕНТ

Специальность

21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль)

Электрификация и автоматизация горного производства

Одобрена на заседании кафедры

Рассмотрена методической комиссией

Управления персоналом

(название кафедры)

Зав.кафедрой

Ветошкина Т.А.
(подпись)

Ветошкина Т.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 10.09.2023

(Дата)

Горно-механического факультета

(название факультета)

Председатель

Осипов П.А.
(подпись)

Осипов П.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 20.10.2023

(Дата)

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	3
1	Методические рекомендации по решению практико-ориентированных заданий	5
2	Методические рекомендации по составлению тестовых заданий	9
3	Методические рекомендации к опросу	11
4	Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям	13
5	Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям	15
6	Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов	17
7	Заключение	19
	Список использованных источников	22

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа студентов может рассматриваться как организационная форма обучения - система педагогических условий, обеспечивающих управление учебной деятельностью студентов по освоению знаний и умений в области учебной и научной деятельности без посторонней помощи.

Самостоятельная работа студентов проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирования практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развития исследовательских умений;
- получения навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные студентами работы и т. п.

Подразумевается несколько категорий видов самостоятельной работы студентов, значительная часть которых нашла отражения в данных методических рекомендациях:

- работа с источниками литературы и официальными документами (*использование библиотечно-информационной системы*);
- выполнение заданий для самостоятельной работы в рамках учебных дисциплин (*рефераты, эссе, домашние задания, решения практико-ориентированных заданий*);
- реализация элементов научно-педагогической практики (*разработка методических материалов, тестов, тематических портфолио*);
- реализация элементов научно-исследовательской практики (*подготовка текстов докладов, участие в исследованиях*).

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета /экзамена, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов online и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита творческих работ и электронных презентаций и др.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

1. Методические рекомендации по решению практико-ориентированных заданий

Практико-ориентированные задания - метод анализа ситуаций. Суть его заключается в том, что студентам предлагают осмыслить реальную жизненную ситуацию, описание которой одновременно отражает не только какую-либо практическую проблему, но и актуализирует определенный комплекс знаний, который необходимо усвоить при разрешении данной проблемы. При этом сама проблема не имеет однозначных решений.

Использование метода практико-ориентированного задания как образовательной технологии профессионально-ориентированного обучения представляет собой сложный процесс, плохо поддающийся алгоритмизации¹. Формально можно выделить следующие этапы:

- ознакомление студентов с текстом;
- анализ практико-ориентированного задания;
- организация обсуждения практико-ориентированного задания, дискуссии, презентации;
- оценивание участников дискуссии;
- подведение итогов дискуссии.

Ознакомление студентов с текстом практико-ориентированного задания и последующий анализ практико-ориентированного задания чаще всего осуществляются за несколько дней до его обсуждения и реализуются как самостоятельная работа студентов; при этом время, отводимое на подготовку, определяется видом практико-ориентированного задания, его объемом и сложностью.

Общая схема работы с практико-ориентированное заданием на данном этапе может быть представлена следующим образом: в первую очередь следует выявить ключевые проблемы практико-ориентированного задания и понять, какие именно из представленных данных важны для решения; войти в ситуационный контекст практико-ориентированного задания, определить, кто его главные действующие лица, отобрать факты и понятия, необходимые для анализа, понять, какие трудности могут возникнуть при решении задачи; следующим этапом является выбор метода исследования.

Знакомство с небольшими практико-ориентированного заданиями и их обсуждение может быть организовано непосредственно на занятиях. Принципиально важным в этом случае является то, чтобы часть теоретического курса, на которой базируется практико-ориентированное задание, была бы прочитана и проработана студентами.

Максимальная польза из работы над практико-ориентированного заданиями будет извлечена в том случае, если аспиранты при предварительном знакомстве с ними будут придерживаться систематического подхода к их анализу, основные шаги которого представлены ниже:

1. Выпишите из соответствующих разделов учебной дисциплины ключевые идеи, для того, чтобы освежить в памяти теоретические концепции и подходы, которые Вам предстоит использовать при анализе практико-ориентированного задания.
2. Бегло прочтите практико-ориентированное задание, чтобы составить о нем общее представление.
3. Внимательно прочтите вопросы к практико-ориентированное задание и убедитесь в том, что Вы хорошо поняли, что Вас просят сделать.
4. Вновь прочтите текст практико-ориентированного задания, внимательно фиксируя все факторы или проблемы, имеющие отношение к поставленным вопросам.
5. Прикиньте, какие идеи и концепции соотносятся с проблемами, которые Вам предлагается рассмотреть при работе с практико-ориентированное заданием.

¹ Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально -ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://evolkov.net/case/case.study.html/>

Организация обсуждения практико-ориентированного задания предполагает формулирование перед студентами вопросов, включение их в дискуссию. Вопросы обычно подготавливаются заранее и предлагают студентам вместе с текстом практико-ориентированного задания. При разборе учебной ситуации преподаватель может занимать активную или пассивную позицию, иногда он «дирижирует» разбором, а иногда ограничивается подведением итогов дискуссии.

Организация обсуждения практико-ориентированных заданий обычно основывается на двух методах. Первый из них носит название традиционного Гарвардского метода - открытая дискуссия. Альтернативным методом является метод, связанный с индивидуальным или групповым опросом, в ходе которого аспиранты делают формальную устную оценку ситуации и предлагают анализ представленного практико-ориентированного задания, свои решения и рекомендации, т.е. делают презентацию. Этот метод позволяет некоторым студентам минимизировать их учебные усилия, поскольку каждый аспирант опрашивается один-два раза за занятие. Метод развивает у студентов коммуникативные навыки, учит их четко выражать свои мысли. Однако, этот метод менее динамичен, чем Гарвардский метод. В открытой дискуссии организация и контроль участников более сложен.

Дискуссия занимает центральное место в методе. Ее целесообразно использовать в том случае, когда аспиранты обладают значительной степенью зрелости и самостоятельности мышления, умеют аргументировать, доказывать и обосновывать свою точку зрения. Важнейшей характеристикой дискуссии является уровень ее компетентности, который складывается из компетентности ее участников. Неподготовленность студентов к дискуссии делает ее формальной, превращает в процесс вытаскивания ими информации у преподавателя, а не самостоятельное ее добывание.

Особое место в организации дискуссии при обсуждении и анализе практико-ориентированного задания принадлежит использованию метода генерации идей, получившего название «мозговой атаки» или «мозгового штурма».

Метод «мозговой атаки» или «мозгового штурма» был предложен в 30-х годах прошлого столетия А. Осборном как групповой метод решения проблем. К концу XX столетия этот метод приобрел особую популярность в практике управления и обучения не только как самостоятельный метод, но и как использование в процессе деятельности с целью усиления ее продуктивности. В процессе обучения «мозговая атака» выступает в качестве важнейшего средства развития творческой активности студентов. «Мозговая атака» включает в себя три фазы.

Первая фаза представляет собой вхождение в психологическую раскованность, отказ от стереотипности, страха показаться смешным и неудачником; достигается созданием благоприятной психологической обстановки и взаимного доверия, когда идеи теряют авторство, становятся общими. Основная задача этой фазы - успокоиться и расковаться.

Вторая фаза - это собственно атака; задача этой фазы - породить поток, лавину идей. «Мозговая атака» в этой фазе осуществляется по следующим принципам:

- есть идея, - говорю, нет идеи, - не молчу;
- поощряется самое необузданное ассоциирование, чем более дикой покажется идея, тем лучше;
- количество предложенных идей должно быть как можно большим;
- высказанные идеи разрешается заимствовать и как угодно комбинировать, а также видоизменять и улучшать;
- исключается критика, можно высказывать любые мысли без боязни, что их признают плохими, критикующих лишают слова;
- не имеют никакого значения социальные статусы участников; это абсолютная демократия и одновременно авторитаризм сумасшедшей идеи;
- все идеи записываются в протокольный список идей;

- время высказываний - не более 1-2 минут.

Третья фаза представляет собой творческий анализ идей с целью поиска конструктивного решения проблемы по следующим правилам:

- анализировать все идеи без дискриминации какой-либо из них;
- найти место идее в системе и найти систему под идею;
- не умножать сущностей без надобности;
- не должна нарушаться красота и изящество полученного результата;
- должно быть принципиально новое видение;
- ищи «жемчужину в навозе».

В методе мозговая атака применяется при возникновении у группы реальных затруднений в осмыслении ситуации, является средством повышения активности студентов. В этом смысле мозговая атака представляется не как инструмент поиска новых решений, хотя и такая ее роль не исключена, а как своеобразное «подталкивание» к познавательной активности.

Презентация, или представление результатов анализа практико-ориентированного задания, выступает очень важным аспектом метода *case-study*. Умение публично представить интеллектуальный продукт, хорошо его рекламировать, показать его достоинства и возможные направления эффективного использования, а также выстоять под шквалом критики, является очень ценным интегральным качеством современного специалиста. Презентация оттачивает многие глубинные качества личности: волю, убежденность, целенаправленность, достоинство и т.п.; она вырабатывает навыки публичного общения, формирования своего собственного имиджа.

Публичная (устная) презентация предполагает представление решений практико-ориентированного задания группе, она максимально вырабатывает навыки публичной деятельности и участия в дискуссии. Устная презентация обладает свойством кратковременного воздействия на студентов и, поэтому, трудна для восприятия и запоминания. Степень подготовленности выступающего проявляется в спровоцированной им дискуссии: для этого необязательно делать все заявления очевидными и неопровержимыми. Такая подача материала при анализе практико-ориентированного задания может послужить началом дискуссии. При устной презентации необходимо учитывать эмоциональный настрой выступающего: отношение и эмоции говорящего вносят существенный вклад в сообщение. Одним из преимуществ публичной (устной) презентации является ее гибкость. Оратор может откликаться на изменения окружающей обстановки, адаптировать свой стиль и материал, чувствуя настроение аудитории.

Непубличная презентация менее эффективна, но обучающая роль ее весьма велика. Чаще всего непубличная презентация выступает в виде подготовки отчета по выполнению задания, при этом стимулируются такие качества, как умение подготовить текст, точно и аккуратно составить отчет, не допустить ошибки в расчетах и т.д. Подготовка письменного анализа практико-ориентированного задания аналогична подготовке устного, с той разницей, что письменные отчеты-презентации обычно более структурированы и детализированы. Основное правило письменного анализа практико-ориентированного задания заключается в том, чтобы избегать простого повторения информации из текста, информация должна быть представлена в переработанном виде. Самым важным при этом является собственный анализ представленного материала, его соответствующая интерпретация и сделанные предложения. Письменный отчет - презентация может сдаваться по истечении некоторого времени после устной презентации, что позволяет студентам более тщательно проанализировать всю информацию, полученную в ходе дискуссии.

Как письменная, так и устная презентация результатов анализа практико-ориентированного задания может быть групповой и индивидуальной. Отчет может быть индивидуальным или групповым в зависимости от сложности и объема задания. Индивидуальная презентация формирует ответственность, собранность, волю;

групповая - аналитические способности, умение обобщать материал, системно видеть проект.

Оценивание участников дискуссии является важнейшей проблемой обучения посредством метода практико-ориентированного задания. При этом выделяются следующие требования к оцениванию:

- объективность - создание условий, в которых бы максимально точно выявлялись знания обучаемых, предъявление к ним единых требований, справедливое отношение к каждому;
- обоснованность оценок - их аргументация;
- систематичность - важнейший психологический фактор, организующий и дисциплинирующий студентов, формирующий настойчивость и устремленность в достижении цели;
- всесторонность и оптимальность.

Оценивание участников дискуссии предполагает оценивание не столько набора определенных знаний, сколько умения студентов анализировать конкретную ситуацию, принимать решение, логически мыслить.

Следует отметить, что оценивается содержательная активность студента в дискуссии или публичной (устной) презентации, которая включает в себя следующие составляющие:

- выступление, которое характеризует попытку серьезного предварительного анализа (правильность предложений, подготовленность, аргументированность и т.д.);
- обращение внимания на определенный круг вопросов, которые требуют углубленного обсуждения;
- владение категориальным аппаратом, стремление давать определения, выявлять содержание понятий;
- демонстрация умения логически мыслить, если точки зрения, высказанные раньше, подытоживаются и приводят к логическим выводам;
- предложение альтернатив, которые раньше оставались без внимания;
- предложение определенного плана действий или плана воплощения решения;
- определение существенных элементов, которые должны учитываться при анализе практико-ориентированного задания;
- заметное участие в обработке количественных данных, проведении расчетов;
- подведение итогов обсуждения.

При оценивании анализа практико-ориентированного задания, данного студентами при непубличной (письменной) презентации учитывается:

- формулировка и анализ большинства проблем, имеющих в практико-ориентированное задание;
- формулировка собственных выводов на основании информации о практико-ориентированное задание, которые отличаются от выводов других студентов;
- демонстрация адекватных аналитических методов для обработки информации;
- соответствие приведенных в итоге анализа аргументов ранее выявленным проблемам, сделанным выводам, оценкам и использованным аналитическим методам.

2. Методические рекомендации по составлению тестовых заданий

Требования к составлению тестовых заданий

Тестовое задание (ТЗ) - варьирующаяся по элементам содержания и по трудности единица контрольного материала, сформулированная в утвердительной форме предложения с неизвестным. Подстановка правильного ответа вместо неизвестного компонента превращает задание в истинное высказывание, подстановка неправильного ответа приводит к образованию ложного высказывания, что свидетельствует о незнании студентом данного учебного материала.

Для правильного составления ТЗ необходимо выполнить следующие *требования*:

1. Содержание каждого ТЗ должно охватывать какую-либо одну смысловую единицу, то есть должно оценивать что-то одно.
2. Ориентация ТЗ на получение *однозначного* заключения.
3. Формулировка содержания ТЗ в виде свернутых кратких суждений. Рекомендуемое количество слов в задании не более 15. В тексте не должно быть преднамеренных подсказок и сленга, а также оценочных суждений автора ТЗ. Формулировка ТЗ должна быть в повествовательной форме (не в форме вопроса). По возможности, текст ТЗ не должен содержать сложноподчиненные конструкции, повелительного наклонения («выберите», «вычислите», «укажите» и т.д). Специфический признак (ключевое слово) выносится в начало ТЗ. Не рекомендуется начинать ТЗ с предлога, союза, частицы.
4. Соблюдение единого стиля оформления ТЗ.

Требования к формам ТЗ

ТЗ может быть представлено в одной из четырех стандартизованных форм:

- закрытой (с выбором одного или нескольких заключений);
- открытой;
- на установление правильной последовательности;
- на установление соответствия.

Выбор формы ТЗ зависит от того, какой вид знаний следует проверить. Так, для оценки фактологических знаний (знаний конкретных фактов, названий, имён, дат, понятий) лучше использовать тестовые задания закрытой или открытой формы.

Ассоциативных знаний (знаний о взаимосвязи определений и фактов, авторов и их теорий, сущности и явления, о соотношении между различными предметами, законами, датами) - заданий на установление соответствия. Процессуальных знаний (знаний правильной последовательности различных действий, процессов) - заданий на определение правильной последовательности.

Тестовое задание закрытой формы

Если к заданиям даются готовые ответы на выбор (обычно один правильный и остальные неправильные), то такие задания называются заданиями с выбором одного правильного ответа или с единичным выбором.

При использовании этой формы следует руководствоваться правилом: в каждом задании с выбором одного правильного ответа правильный ответ должен быть.

Помимо этого, бывают задания с выбором нескольких правильных ответов или с множественным выбором. Подобная форма заданий не допускает наличия в общем перечне ответов следующих вариантов: «все ответы верны» или «нет правильного ответа».

Вариантов выбора (дистракторов) должно быть не менее 4 и не более 7. Если дистракторов мало, то возрастает вероятность угадывания правильного ответа, если слишком много, то делает задание громоздким. Кроме того, дистракторы в большом

количестве часто бывают неоднородными, и тестируемый сразу исключает их, что также способствует угадыванию.

Дистракторы должны быть приблизительно одной длины. Не допускается наличие повторяющихся фраз (слов) в дистракторах.

Тестовое задание открытой формы

В заданиях открытой формы готовые ответы с выбором не даются. Требуется сформулированное самим тестируемым заключение. Задания открытой формы имеют вид неполного утверждения, в котором отсутствует один или несколько ключевых элементов. В качестве ключевых элементов могут быть: число, буква, слово или словосочетание. При формулировке задания на месте ключевого элемента, необходимо поставить прочерк или многоточие. Утверждение превращается в истинное высказывание, если ответ правильный и в ложное высказывание, если ответ неправильный. Необходимо предусмотреть наличие всех возможных вариантов правильного ответа и отразить их в ключе, поскольку отклонения от эталона (правильного ответа) могут быть зафиксированы проверяющим как неверные.

Тестовые задания на установление правильной последовательности

Такое задание состоит из однородных элементов некоторой группы и четкой формулировки критерия упорядочения этих элементов.

Задание начинается со слова: «Последовательность».

Тестовые задания на установление соответствия

Такое задание состоит из двух групп элементов и четкой формулировки критерия выбора соответствия между ними.

Соответствие устанавливается по принципу 1:1 (одному элементу первой группы соответствует только один элемент второй группы) или 1:М (одному элементу первой группы соответствуют М элементов второй группы). Внутри каждой группы элементы должны быть однородными. Количество элементов второй группы должно превышать количество элементов первой группы. Максимальное количество элементов второй группы должно быть не более 10, первой группы - не менее 2.

Задание начинается со слова: «Соответствие». Номера и буквы используются как идентификаторы (метки) элементов. Арабские цифры являются идентификаторами первой группы, заглавные буквы русского алфавита - второй. Номера и буквы отделяются от содержания столбцов круглой скобкой.

3. Методические указания по подготовке к опросу

Самостоятельная работа обучающихся включает подготовку к устному или письменному опросу на семинарских занятиях. Для этого обучающийся изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

Письменный опрос

В соответствии с технологической картой письменный опрос является одной из форм текущего контроля успеваемости студента по данной дисциплине. При подготовке к письменному опросу студент должен внимательно изучать лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

При изучении материала студент должен убедиться, что хорошо понимает основную терминологию темы, умеет ее использовать в нужном контексте. Желательно составить краткий конспект ответа на предполагаемые вопросы письменной работы, чтобы убедиться в том, что студент владеет материалом и может аргументировано, логично и грамотно письменно изложить ответ на вопрос. Следует обратить особое внимание на написание профессиональных терминов, чтобы избегать грамматических ошибок в работе. При изучении новой для студента терминологии рекомендуется изготовить карточки, которые содержат новый термин и его расшифровку, что значительно облегчит работу над материалом.

Устный опрос

Целью устного собеседования являются обобщение и закрепление изученного курса. Студентам предлагаются для освещения сквозные концептуальные проблемы. При подготовке следует использовать лекционный материал и учебную литературу. Для более глубокого постижения курса и более основательной подготовки рекомендуется познакомиться с указанной дополнительной литературой. Готовясь к семинару, студент должен, прежде всего, ознакомиться с общим планом семинарского занятия. Следует внимательно прочесть свой конспект лекции по изучаемой теме и рекомендуемую к теме семинара литературу. С незнакомыми терминами и понятиями следует ознакомиться в предлагаемом глоссарии, словаре или энциклопедии ².

Критерии качества устного ответа.

1. Правильность ответа по содержанию.
2. Полнота и глубина ответа.
3. Сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала).
4. Логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться профессиональной терминологией).
5. Рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели).
6. Своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе).

² Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii_dlya_studentov_21.pdf

7. Использование дополнительного материала (приветствуется, но не обязательно для всех студентов).

8. Рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей студентов)³.

Ответ на каждый вопрос из плана семинарского занятия должен быть содержательным и аргументированным. Для этого следует использовать документы, монографическую, учебную и справочную литературу.

Для успешной подготовки к устному опросу, студент должен законспектировать рекомендуемую литературу, внимательно осмыслить лекционный материал и сделать выводы. В среднем, подготовка к устному опросу по одному семинарскому занятию занимает от 2 до 4 часов в зависимости от сложности темы и особенностей организации обучающимся своей самостоятельной работы.

³Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]:
http://priab.ru/images/metod_agro/Metod_Inostran_yazyk_35.03.04_Agro_15.01.2016.pdf

4. Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям

На практических занятиях необходимо стремиться к самостоятельному решению задач, находя для этого более эффективные методы. При этом студентам надо приучить себя доводить решения задач до конечного «идеального» ответа. Это очень важно для будущих специалистов. Практические занятия вырабатывают навыки самостоятельной творческой работы, развивают мыслительные способности.

Практическое занятие – активная форма учебного процесса, дополняющая теоретический курс или лекционную часть учебной дисциплины и призванная помочь обучающимся освоиться в «пространстве» (тематике) дисциплины, самостоятельно прооперировать теоретическими знаниями на конкретном учебном материале.

Продолжительность одного практического занятия – от 2 до 4 академических часов. Общая доля практических занятий в учебном времени на дисциплину – от 10 до 20 процентов (при условии, что все активные формы займут в учебном времени на дисциплину от 40 до 60 процентов).

Для практического занятия в качестве темы выбирается обычно такая учебная задача, которая предполагает не существенные эвристические и аналитические напряжения и продвижения, а потребность обучающегося «потрогать» материал, опознать в конкретном то общее, о чем говорилось в лекции. Например, при рассмотрении вопросов оплаты труда, мотивации труда и проблем безработицы в России имеет смысл провести практические занятия со следующими сюжетами заданий: «Расчет заработной платы работников предприятия». «Разработка механизма мотивации труда на предприятии N». «В чем причины и особенности безработицы в России?». Последняя тема предполагает уже некоторую аналитическую составляющую. Основная задача первой из этих тем - самим посчитать заработную плату для различных групп работников на примере заданных параметров для конкретного предприятия, т. е. сделать расчеты «как на практике»; второй – дать собственный вариант мотивационной политики для предприятия, учитывая особенности данного объекта, отрасли и т.д.; третьей – опираясь на теоретические знания в области проблем занятости и безработицы, а также статистические материалы, сделать авторские выводы о видах безработицы, характерных для России, и их причинах, а также предложить меры по минимизации безработицы.

Перед проведением занятия должен быть подготовлен специальный материал – тот объект, которым обучающиеся станут оперировать, активизируя свои теоретические (общие) знания и тем самым, приобретая навыки выработки уверенных суждений и осуществления конкретных действий.

Дополнительный материал для практического занятия лучше получить у преподавателя заранее, чтобы у студентов была возможность просмотреть его и подготовить вопросы.

Условия должны быть такими, чтобы каждый мог работать самостоятельно от начала до конца. В аудитории должны быть «под рукой» необходимые справочники и тексты законов и нормативных актов по тематике занятия. Чтобы сделать практическое занятие максимально эффективным, надо заранее подготовить и изучить материал по наиболее интересным и практически важным темам.

Особенности практического занятия с использованием компьютера

Для того чтобы повысить эффективность проведения практического занятия, может использоваться компьютер по следующим направлениям:

- поиск информации в Интернете по поставленной проблеме: в этом случае преподаватель представляет обучающимся перечень рекомендуемых для посещения Интернет-сайтов;
- использование прикладных обучающих программ;
- выполнение заданий с использованием обучающимися заранее установленных преподавателем программ;
- использование программного обеспечения при проведении занятий, связанных с моделированием социально-экономических процессов.

5. Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям

Семинар представляет собой комплексную форму и завершающее звено в изучении определенных тем, предусмотренных программой учебной дисциплины. Комплексность данной формы занятий определяется тем, что в ходе её проведения сочетаются выступления обучающихся и преподавателя: рассмотрение обсуждаемой проблемы и анализ различных, часто дискуссионных позиций; обсуждение мнений обучающихся и разъяснение (консультация) преподавателя; углубленное изучение теории и приобретение навыков умения ее использовать в практической работе.

По своему назначению семинар, в процессе которого обсуждается та или иная научная проблема, способствует:

- углубленному изучению определенного раздела учебной дисциплины, закреплению знаний;
- отработке методологии и методических приемов познания;
- выработке аналитических способностей, умения обобщения и формулирования выводов;
- приобретению навыков использования научных знаний в практической деятельности;
- выработке умения кратко, аргументированно и ясно излагать обсуждаемые вопросы;
- осуществлению контроля преподавателя за ходом обучения.

Семинары представляет собой дискуссию в пределах обсуждаемой темы (проблемы). Дискуссия помогает участникам семинара приобрести более совершенные знания, проникнуть в суть изучаемых проблем. Выработать методологию, овладеть методами анализа социально-экономических процессов. Обсуждение должно носить творческий характер с четкой и убедительной аргументацией.

По своей структуре семинар начинается со вступительного слова преподавателя, в котором кратко излагаются место и значение обсуждаемой темы (проблемы) в данной дисциплине, напоминаются порядок и направления ее обсуждения. Конкретизируется ранее известный обучающимся план проведения занятия. После этого начинается процесс обсуждения вопросов обучающимися. Завершается занятие заключительным словом преподавателя.

Проведение семинарских занятий в рамках учебной группы (20 - 25 человек) позволяет обеспечить активное участие в обсуждении проблемы всех присутствующих.

По ходу обсуждения темы помните, что изучение теории должно быть связано с определением (выработкой) средств, путей применения теоретических положений в практической деятельности, например, при выполнении функций государственного служащего. В то же время важно не свести обсуждение научной проблемы только к пересказу случаев из практики работы, к критике имеющих место недостатков. Дискуссии имеют важное значение: учат дисциплине ума, умению выступать по существу, мыслить логически, выделяя главное, критически оценивать выступления участников семинара.

В процессе проведения семинара обучающиеся могут использовать разнообразные по своей форме и характеру пособия (от доски смелом до самых современных технических средств), демонстрируя фактический, в том числе статистический материал, убедительно подтверждающий теоретические выводы и положения. В завершение обсудите результаты работы семинара и сделайте выводы, что хорошо усвоено, а над чем следует дополнительно поработать.

В целях эффективности семинарских занятий необходима обстоятельная подготовка к их проведению. В начале семестра (учебного года) возьмите в библиотеке необходимые

методические материалы для своевременной подготовки к семинарам. Во время лекций, связанных с темой семинарского занятия, следует обращать внимание на то, что необходимо дополнительно изучить при подготовке к семинару (новые официальные документы, статьи в периодических журналах, вновь вышедшие монографии и т.д.).

6. Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов

Экзамен - одна из важнейших частей учебного процесса, имеющая огромное значение.

Во-первых, готовясь к экзамену, студент приводит в систему знания, полученные на лекциях, семинарах, практических и лабораторных занятиях, разбирается в том, что осталось непонятным, и тогда изучаемая им дисциплина может быть воспринята в полном объеме с присущей ей строгостью и логичностью, ее практической направленностью. А это чрезвычайно важно для будущего специалиста.

Во-вторых, каждый хочет быть волевым и сообразительным., выдержанным и целеустремленным, иметь хорошую память, научиться быстро находить наиболее рациональное решение в трудных ситуациях. Очевидно, что все эти качества не только украшают человека, но и делают его наиболее действенным членом коллектива. Подготовка и сдача экзамена помогают студенту глубже усвоить изучаемые дисциплины, приобрести навыки и качества, необходимые хорошему специалисту.

Конечно, успех на экзамене во многом обусловлен тем, насколько систематически и глубоко работал студент в течение семестра. Совершенно очевидно, что серьезно продумать и усвоить содержание изучаемых дисциплин за несколько дней подготовки к экзамену просто невозможно даже для очень способного студента. И, кроме того, хорошо известно, что быстро выученные на память разделы учебной дисциплины так же быстро забываются после сдачи экзамена.

При подготовке к экзамену студенты не только повторяют и дорабатывают материал дисциплины, которую они изучали в течение семестра, они обобщают полученные знания, осмысливают методологию предмета, его систему, выделяют в нем основное и главное, воспроизводят общую картину с тем, чтобы яснее понять связь между отдельными элементами дисциплины. Вся эта обобщающая работа проходит в условиях напряжения воли и сознания, при значительном отвлечении от повседневной жизни, т. е. в условиях, благоприятствующих пониманию и запоминанию.

Подготовка к экзаменам состоит в приведении в порядок своих знаний. Даже самые способные студенты не в состоянии в короткий период зачетно-экзаменационной сессии усвоить материал целого семестра, если они над ним не работали в свое время. Для тех, кто мало занимался в семестре, экзамены принесут мало пользы: что быстро пройдено, то быстро и забудется. И хотя в некоторых случаях студент может «проскочить» через экзаменационный барьер, в его подготовке останется серьезный пробел, трудно восполняемый впоследствии.

Определив назначение и роль экзаменов в процессе обучения, попытаемся на этой основе пояснить, как лучше готовиться к ним.

Экзаменам, как правило, предшествует защита курсовых работ (проектов) и сдача зачетов. К экзаменам допускаются только студенты, защитившие все курсовые работы (проекты) и сдавшие все зачеты. В вузе сдача зачетов организована так, что при систематической работе в течение семестра, своевременной и успешной сдаче всех текущих работ, предусмотренных графиком учебного процесса, большая часть зачетов не вызывает повышенной трудности у студента. Студенты, работавшие в семестре по плану, подходят к экзаменационной сессии без напряжения, без излишней затраты сил в последнюю, «зачетную» неделю.

Подготовку к экзамену следует начинать с первого дня изучения дисциплины. Как правило, на лекциях подчеркиваются наиболее важные и трудные вопросы или разделы дисциплины, требующие внимательного изучения и обдумывания. Нужно эти вопросы выделить и обязательно постараться разобраться в них, не дожидаясь экзамена,

проработать их, готовясь к семинарам, практическим или лабораторным занятиям, попробовать самостоятельно решить несколько типовых задач. И если, несмотря на это, часть материала осталась неувоенной, ни в коем случае нельзя успокаиваться, надеясь на то, что это не попадет на экзамене. Факты говорят об обратном; если те или другие вопросы учебной дисциплины не вошли в экзаменационный билет, преподаватель может их задать (и часто задает) в виде дополнительных вопросов.

Точно такое же отношение должно быть выработано к вопросам и задачам, перечисленным в программе учебной дисциплины, выдаваемой студентам в начале семестра. Обычно эти же вопросы и аналогичные задачи содержатся в экзаменационных билетах. Не следует оставлять без внимания ни одного раздела дисциплины: если не удалось в чем-то разобраться самому, нужно обратиться к товарищам; если и это не помогло выяснить какой-либо вопрос до конца, нужно обязательно задать этот вопрос преподавателю на предэкзаменационной консультации. Чрезвычайно важно приучить себя к умению самостоятельно мыслить, учиться думать, понимать суть дела. Очень полезно после проработки каждого раздела восстановить в памяти содержание изученного материала, кратко записав это на листе бумаги, создать карту памяти (умственную карту), изобразить необходимые схемы и чертежи (логико-графические схемы), например, отобразить последовательность вывода теоремы или формулы. Если этого не сделать, то большая часть материала останется не понятой, а лишь формально заученной, и при первом же вопросе экзаменатора студент убедится в том, насколько поверхностно он усвоил материал.

В период экзаменационной сессии происходит резкое изменение режима работы, отсутствует посещение занятий по расписанию. При всяком изменении режима работы очень важно скорее приспособиться к новым условиям. Поэтому нужно сразу выбрать такой режим работы, который сохранился бы в течение всей сессии, т. е. почти на месяц. Необходимо составить для себя новый распорядок дня, чередуя занятия с отдыхом. Для того чтобы сократить потерю времени на включение в работу, рабочие периоды целесообразно делать длительными, разделив день примерно на три части: с утра до обеда, с обеда до ужина и от ужина до сна.

Каждый рабочий период дня надо заканчивать отдыхом. Наилучший отдых в период экзаменационной сессии - прогулка, кратковременная пробежка или какой-либо неустойчивый физический труд.

При подготовке к экзаменам основное направление дают программа учебной дисциплины и студенческий конспект, которые указывают, что наиболее важно знать и уметь делать. Основной материал должен прорабатываться по учебнику (если такой имеется) и учебным пособиям, так как конспекта далеко недостаточно для изучения дисциплины. Учебник должен быть изучен в течение семестра, а перед экзаменом сосредоточьте внимание на основных, наиболее сложных разделах. Подготовку по каждому разделу следует заканчивать восстановлением по памяти его краткого содержания в логической последовательности.

За один - два дня до экзамена назначается консультация. Если ее правильно использовать, она принесет большую пользу. Во время консультации студент имеет полную возможность получить ответ на нее и ясные ему вопросы. А для этого он должен проработать до консультации все темы дисциплины. Кроме того, преподаватель будет отвечать на вопросы других студентов, что будет для вас повторением и закреплением знаний. И еще очень важное обстоятельство: преподаватель на консультации, как правило, обращает внимание на те вопросы, по которым на предыдущих экзаменах ответы были неудовлетворительными, а также фиксирует внимание на наиболее трудных темах дисциплины. Некоторые студенты не приходят на консультации либо потому, что считают,

что у них нет вопросов к преподавателю, либо полагают, что у них и так мало времени и лучше самому прочитать материал в конспекте или учебнике. Это глубокое заблуждение. Никакая другая работа не сможет принести столь значительного эффекта накануне экзамена, как консультация преподавателя.

Но консультация не может возместить отсутствия длительной работы в течение семестра и помочь за несколько часов освоить материал, требующийся к экзамену. На консультации студент получает ответы на трудные или оставшиеся неясными вопросы и, следовательно, дорабатывается материал. Консультации рекомендуется посещать, подготовив к ним все вопросы, вызывающие сомнения. Если студент придет на консультацию, не проработав всего материала, польза от такой консультации будет невелика.

Очень важным условием для правильного режима работы в период экзаменационной сессии является нормальный сон. Подготовка к экзамену не должна идти в ущерб сну, иначе в день экзамена не будет чувства свежести и бодрости, необходимых для хороших ответов. Вечер накануне экзамена рекомендуем закончить небольшой прогулкой.

Итак, *основные советы* для подготовки к сдаче зачетов и экзаменов состоят в следующем:

- лучшая подготовка к зачетам и экзаменам - равномерная работа в течение всего семестра;
- используйте программы учебных дисциплин - это организует вашу подготовку к зачетам и экзаменам;
- учитывайте, что для полноценного изучения учебной дисциплины необходимо время;
- составляйте планы работы во времени;
- работайте равномерно и ритмично;
- курсовые работы (проекты) желательно защищать за одну - две недели до начала зачетно-экзаменационной сессии;
- все зачеты необходимо сдавать до начала экзаменационной сессии;
- помните, что конспект не заменяет учебник и учебные пособия, а помогает выбрать из него основные вопросы и ответы;
- при подготовке наибольшее внимание и время уделяйте трудным и непонятным вопросам учебной дисциплины;
- грамотно используйте консультации;
- соблюдайте правильный режим труда и отдыха во время сессии, это сохранит работоспособность и даст хорошие результаты;
- учитесь владеть собой на зачете и экзамене;
- учитесь точно и кратко передавать свои мысли, поясняя их, если нужно, логико-графическими схемами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методические указания по выполнению самостоятельной работы обучающихся являются неотъемлемой частью процесса обучения в вузе. Правильная организация самостоятельной работы позволяет обучающимся развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, способствует формированию навыков совершенствования профессионального мастерства. Также внеаудиторное время включает в себя подготовку к аудиторным занятиям и изучение отдельных тем, расширяющих и углубляющих представления обучающихся по разделам изучаемой дисциплины.

Таким образом, обучающийся используя методические указания может в достаточном объеме усвоить и успешно реализовать конкретные знания, умения, навыки и получить опыт при выполнении следующих условий:

- 1) систематическая самостоятельная работа по закреплению полученных знаний и навыков;
- 2) добросовестное выполнение заданий;
- 3) выяснение и уточнение отдельных предпосылок, умозаключений и выводов, содержащихся в учебном курсе;
- 4) сопоставление точек зрения различных авторов по затрагиваемым в учебном курсе проблемам; выявление неточностей и некорректного изложения материала в периодической и специальной литературе;
- 5) периодическое ознакомление с последними теоретическими и практическими достижениями;
- 6) проведение собственных научных и практических исследований по одной или нескольким актуальным проблемам;
- 7) подготовка научных статей для опубликования в периодической печати, выступление на научно-практических конференциях, участие в работе студенческих научных обществ, круглых столов и диспутах.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Брандес М. П. Немецкий язык. Переводческое реферирование: практикум. М.: КДУ, 2008. – 368 с.
2. Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально-ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://evolkov.net/case/case.study.html/>
3. Методические рекомендации по написанию реферата. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.hse.spb.ru/edu/recommendations/method-referat-2005.phtml>
4. Фролова Н. А. Реферирование и аннотирование текстов по специальности (на материале немецкого языка): Учеб. пособие / ВолгГТУ, Волгоград, 2006. - С.5.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому
комплексу _____ С.А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ

Б1.О. 26.05 РАЗВИТИЕ НАВЫКОВ КРИТИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ

Специальность

21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль)

Электрификация и автоматизация горного производства

Автор: Гладкова И. В., доцент, канд. филос. н.

Одобрена на заседании кафедры

Философии и культурологии

(название кафедры)

Зав. кафедрой

(подпись)

Беляев В.П.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 18.09.2023

(Дата)

Рассмотрена методической комиссией

ГМФ

(название факультета)

Председатель

(подпись)

Осипов П.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 20.10.2023

(Дата)

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	3
1	Методические рекомендации по работе с текстом лекций	5
2	Методические рекомендации по подготовке к опросу	7
3	Методические рекомендации по подготовке доклада (презентации)	9
4	Методические рекомендации по написанию эссе	11
5	Методические рекомендации по подготовке к семинарским занятиям	14
6	Методические рекомендации по подготовке к дискуссии	15
7	Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов	17
	Заключение	20
	Список использованных источников	21

ВВЕДЕНИЕ

Инициативная самостоятельная работа студента есть неотъемлемая составная часть учебы в вузе. В современном формате высшего образования значительно возрастает роль самостоятельной работы студента. Правильно спланированная и организованная самостоятельная работа обеспечивает достижение высоких результатов в учебе.

Самостоятельная работа студента (СРС) - это планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия, при сохранении ведущей роли студентов.

Целью СРС является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками по профилю будущей специальности, опытом творческой, исследовательской деятельности, развитие самостоятельности. Ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровней. Самостоятельная работа студента – важнейшая составная часть учебного процесса, обязательная для каждого студента, объем которой определяется учебным планом. Методологическую основу СРС составляет деятельностный подход, при котором цели обучения ориентированы на формирование умений решать типовые и нетиповые задачи, т. е. на реальные ситуации, в которых студентам надо проявить знание конкретной дисциплины. Предметно и содержательно СРС определяется государственным образовательным стандартом, действующими учебными планами и образовательными программами различных форм обучения, рабочими программами учебных дисциплин, средствами обеспечения СРС: учебниками, учебными пособиями и методическими руководствами, учебно-программными комплексами и т.д.

Самостоятельная работа студентов может рассматриваться как организационная форма обучения - система педагогических условий, обеспечивающих управление учебной деятельностью студентов по освоению знаний и умений в области учебной и научной деятельности без посторонней помощи.

Самостоятельная работа студентов проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирования практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развития исследовательских умений;
- получения навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

Самостоятельная работа студента - это особым образом организованная деятельность, включающая в свою структуру такие компоненты, как:

- уяснение цели и поставленной учебной задачи;
- четкое и системное планирование самостоятельной работы;
- поиск необходимой учебной и научной информации;
- освоение информации и ее логическая переработка;

- использование методов исследовательской, научно-исследовательской работы для решения поставленных задач;
- выработка собственной позиции по поводу полученной задачи;
- представление, обоснование и защита полученного решения;
- проведение самоанализа и самоконтроля.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы: аудиторная и внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию: текущие консультации, коллоквиум, прием и разбор домашних заданий и другие.

Внеаудиторная самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия: подготовка презентаций, составление глоссария, подготовка к практическим занятиям, подготовка рецензий, аннотаций на статью, подготовка к дискуссиям, круглым столами.

СРС может включать следующие формы работ:

- изучение лекционного материала;
- работа с источниками литературы: поиск, подбор и обзор литературы и электронных источников информации по заданной проблеме курса;
- выполнение домашних заданий, выдаваемых на практических занятиях: тестов, докладов, контрольных работ и других форм текущего контроля;
- изучение материала, вынесенного на самостоятельное изучение; подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к контрольной работе или коллоквиуму;
- подготовка к зачету, экзамену, другим аттестациям;
- написание реферата, эссе по заданной проблеме;
- выполнение расчетно-графической работы;
- выполнение курсовой работы или проекта;
- анализ научной публикации по определенной преподавателем теме, ее реферирование;
- исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах.

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета /экзамена, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения. Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов online и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

Подготовка к самостоятельной работе, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита творческих работ и электронных презентаций и др.

1. Методические рекомендации по работе с текстом лекций

На лекционных занятиях необходимо конспектировать учебный материал. Обращать внимание на формулировки, определения, раскрывающие содержание тех или иных понятий, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском мастерстве. Внимательное слушание и конспектирование лекций предполагает интенсивную умственную деятельность студента, и помогает усвоить учебный материал.

Желательно оставлять в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений, фиксировать вопросы, вызывающие личный интерес, варианты ответов на них, сомнения, проблемы, спорные положения. Рекомендуется вести записи на одной стороне листа, оставляя вторую сторону для размышлений, разборов, вопросов, ответов на них, для фиксирования деталей темы или связанных с ней фактов, которые припоминаются самим студентом в ходе слушания.

Слушание лекций - сложный вид интеллектуальной деятельности, успех которой обусловлен *умением слушать*, и стремлением воспринимать материал, нужное записывая в тетрадь. Запись лекции помогает сосредоточить внимание на главном, в ходе самой лекции продумать и осмыслить услышанное, осознать план и логику изложения материала преподавателем.

Такая работа нередко вызывает трудности у студентов: некоторые стремятся записывать все дословно, другие пишут отрывочно, хаотично. Чтобы избежать этих ошибок, целесообразно придерживаться ряда правил.

1. После записи ориентирующих и направляющих внимание данных (тема, цель, план лекции, рекомендованная литература) важно попытаться проследить, как они раскрываются в содержании, подкрепляются формулировками, доказательствами, а затем и выводами.

2. Записывать следует основные положения и доказывающие их аргументы, наиболее яркие примеры и факты, поставленные преподавателем вопросы для самостоятельной проработки.

3. Стремиться к четкости записи, ее последовательности, выделяя темы, подтемы, вопросы и подвопросы, используя цифровую и буквенную нумерацию (римские и арабские цифры, большие и малые буквы), красные строки, выделение абзацев, подчеркивание главного и т.д.

Форма записи материала может быть различной - в зависимости от специфики изучаемого предмета. Это может быть стиль учебной программы (назывные предложения), уместны и свои краткие пояснения к записям.

Студентам не следует подробно записывать на лекции «все подряд», но обязательно фиксировать то, что преподаватели диктуют – это базовый конспект, содержащий основные положения лекции: определения, выводы, параметры, критерии, аксиомы, постулаты, парадигмы, концепции, ситуации, а также мысли-маяки (ими часто являются афоризмы, цитаты, остроумные изречения). Запись лекции лучше вести в сжатой форме, короткими и четкими фразами. Каждому студенту полезно выработать свою систему сокращений, в которой он мог бы разобраться легко и безошибочно.

Даже отлично записанная лекция предполагает дальнейшую самостоятельную работу над ней (осмысление ее содержания, логической структуры, выводов). С целью доработки конспекта лекции необходимо в первую очередь прочитать записи, восстановить текст в памяти, а также исправить описки, расшифровать не принятые ранее сокращения, заполнить пропущенные места, понять текст, вникнуть в его смысл. Далее прочитать материал по рекомендуемой литературе, разрешая в ходе чтения возникшие ранее затруднения, вопросы, а также дополняя и исправляя свои записи. В ходе доработки конспекта углубляются, расширяются и закрепляются знания, а также дополняется, исправляется и совершенствуется конспект. Доработанный конспект и

рекомендуемая литература используется при подготовке к практическому занятию. Знание лекционного материала при подготовке к практическому занятию обязательно.

Особенно важно в процессе самостоятельной работы над лекцией выделить новый понятийный аппарат, уяснить суть новых понятий, при необходимости обратиться к словарям и другим источникам, заодно устранив неточности в записях. Главное - вести конспект аккуратно и регулярно, только в этом случае он сможет стать подспорьем в изучении дисциплины.

Работа над лекцией стимулирует самостоятельный поиск ответов на самые различные вопросы: над какими понятиями следует поработать, какие обобщения сделать, какой дополнительный материал привлечь.

Важным средством, направляющим самообразование, является выполнение различных заданий по тексту лекции, например, составление ее развернутого плана или тезисов; ответы на вопросы проблемного характера, (скажем, об основных тенденциях развития той или иной проблемы); составление проверочных тестов по проблеме, написание по ней реферата, составление графических схем.

По своим задачам лекции могут быть разных жанров: *установочная лекция* вводит в изучение курса, предмета, проблем (что и как изучать), а *обобщающая лекция* позволяет подвести итог (зачем изучать), выделить главное, усвоить законы развития знания, преемственности, новаторства, чтобы применить обобщенный позитивный опыт к решению современных практических задач. Обобщающая лекция ориентирует в истории и современном состоянии научной проблемы.

В процессе освоения материалов обобщающих лекций студенты могут выполнять задания разного уровня. Например: задания *репродуктивного* уровня (составить развернутый план обобщающей лекции, составить тезисы по материалам лекции); задания *продуктивного* уровня (ответить на вопросы проблемного характера, составить опорный конспект по схеме, выявить основные тенденции развития проблемы); задания *творческого* уровня (составить проверочные тесты по теме, защитить реферат и графические темы по данной проблеме). Обращение к ранее изученному материалу не только помогает восстановить в памяти известные положения, выводы, но и приводит разрозненные знания в систему, углубляет и расширяет их. Каждый возврат к старому материалу позволяет найти в нем что-то новое, переосмыслить его с иных позиций, определить для него наиболее подходящее место в уже имеющейся системе знаний.

2. Методические указания по подготовке к опросу

Самостоятельная работа обучающихся включает подготовку к устному или письменному опросу на семинарских занятиях. Для этого обучающийся изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

Письменный опрос

Письменный опрос является одной из форм текущего контроля успеваемости студента. При изучении материала студент должен убедиться, что хорошо понимает основную терминологию темы, умеет ее использовать в нужном контексте. Желательно составить краткий конспект ответа на предполагаемые вопросы письменной работы, чтобы убедиться в том, что студент владеет материалом и может аргументировано, логично и грамотно письменно изложить ответ на вопрос. Следует обратить особое внимание на написание профессиональных терминов, чтобы избежать грамматических ошибок в работе. При изучении новой для студента терминологии рекомендуется изготовить карточки, которые содержат новый термин и его расшифровку, что значительно облегчит работу над материалом.

Устный опрос

Целью устного собеседования являются обобщение и закрепление изученного курса. Студентам предлагаются для освещения сквозные концептуальные проблемы. При подготовке следует использовать лекционный материал и учебную литературу. Для более глубокого постижения курса и более основательной подготовки рекомендуется познакомиться с указанной дополнительной литературой. Готовясь к семинару, студент должен, прежде всего, ознакомиться с общим планом семинарского занятия. Следует внимательно прочесть свой конспект лекции по изучаемой теме и рекомендуемую к теме семинара литературу. С незнакомыми терминами и понятиями следует ознакомиться в предлагаемом глоссарии, словаре или энциклопедии¹.

Критерии качества устного ответа.

1. Правильность ответа по содержанию.
2. Полнота и глубина ответа.
3. Сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала).
4. Логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться профессиональной терминологией).
5. Рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели).
6. Своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе).
7. Использование дополнительного материала (приветствуется, но не обязательно для всех студентов).
8. Рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей студентов)².

¹ Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii_dlya_studentov_21.pdf

² Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: http://priab.ru/images/metod_agro/Metod_Inostran_yazyk_35.03.04_Agro_15.01.2016.pdf

Ответ на каждый вопрос из плана семинарского занятия должен быть содержательным и аргументированным. Для этого следует использовать документы, монографическую, учебную и справочную литературу.

Для успешной подготовки к устному опросу, студент должен законспектировать рекомендуемую литературу, внимательно осмыслить лекционный материал и сделать выводы. Объем времени на подготовку к устному опросу зависит от сложности темы и особенностей организации обучающимся своей самостоятельной работы.

3. Методические рекомендации по подготовке доклада (презентации)

Доклад – публичное сообщение по заданной теме, представляющее собой развернутое изложение на определенную тему, вид самостоятельной работы, который используется в учебных и внеаудиторных занятиях и способствует формированию навыков исследовательской работы, освоению методов научного познания, приобретению навыков публичного выступления, расширяет познавательные интересы, приучает критически мыслить.

При подготовке доклада используется дополнительная литература, систематизируется материал. Работа над докладом не только позволяет учащемуся приобрести новые знания, но и способствует формированию важных научно-исследовательских навыков самостоятельной работы с научной литературой, что повышает познавательный интерес к научному познанию.

Приветствуется использование мультимедийных технологий, подготовка докладов-презентаций.

Доклад должен соответствовать следующим требованиям:

- тема доклада должна быть согласована с преподавателем и соответствовать теме занятия;

- иллюстрации (слайды в презентации) должны быть достаточными, но не чрезмерными;

- материалы, которыми пользуется студент при подготовке доклада-презентации, должны соответствовать научно-методическим требованиям ВУЗа и быть указаны в докладе;

- необходимо соблюдать регламент: 7-10 минут выступления.

Преподаватель может дать тему сразу нескольким студентам одной группы, по принципу: докладчик и оппонент. Студенты могут подготовить два выступления с противоположными точками зрения и устроить дискуссию по проблемной теме. Докладчики и содокладчики во многом определяют содержание, стиль, активность данного занятия, для этого необходимо:

- использовать технические средства;
- знать и хорошо ориентироваться в теме всей презентации (семинара);
- уметь дискутировать и быстро отвечать на вопросы;
- четко выполнять установленный регламент: докладчик - 7-10 мин.; содокладчик - 5 мин.; дискуссия - 10 мин;
- иметь представление о композиционной структуре доклада.

После выступления докладчик и содокладчик, должны ответить на вопросы слушателей.

В подготовке доклада выделяют следующие этапы:

1. Определение цели доклада: информировать, объяснить, обсудить что-то (проблему, решение, ситуацию и т. п.)

2. Подбор литературы, иллюстративных примеров.

3. Составление плана доклада, систематизация материала, композиционное оформление доклада в виде печатного /рукописного текста и электронной презентации.

Общая структура доклада

Построение доклада включает три части: вступление, основную часть и заключение.

Вступление.

Вступление должно содержать:

- название презентации (доклада);
- сообщение основной идеи;
- обоснование актуальности обсуждаемого вопроса;
- современную оценку предмета изложения;

- краткое перечисление рассматриваемых вопросов;
- живую интересную форму изложения;
- акцентирование оригинальности подхода.

Основная часть.

Основная часть состоит из нескольких разделов, постепенно раскрывающих тему. Возможно использование иллюстрации (графики, диаграммы, фотографии, карты, рисунки) Если необходимо, для обоснования темы используется ссылка на источники с доказательствами, взятыми из литературы (цитирование авторов, указание цифр, фактов, определений). Изложение материала должно быть связным, последовательным, доказательным.

Задача основной части - представить достаточно данных для того, чтобы слушатели и заинтересовались темой и захотели ознакомиться с материалами. При этом логическая структура теоретического блока не должны даваться без наглядных пособий, аудио-визуальных и визуальных материалов.

Заключение.

Заключение - это ясное четкое обобщение, в котором подводятся итоги, формулируются главные выводы, подчеркивается значение рассмотренной проблемы, предлагаются самые важные практические рекомендации. Требования к оформлению доклада. Объем машинописного текста доклада должен быть рассчитан на произнесение доклада в течение 7 -10 минут (3-5 машинописных листа текста с докладом).

Доклад оценивается по следующим критериям:

<i>Критерии оценки доклада, сообщения</i>	<i>Количество баллов</i>
Содержательность, информационная насыщенность доклада	1
Наличие аргументов	1
Наличие выводов	1
Наличие презентации доклада	1
Владение профессиональной лексикой	1
Итого:	5

Электронные презентации выполняются в программе MS PowerPoint в виде слайдов в следующем порядке: • титульный лист с заголовком темы и автором исполнения презентации; • план презентации (5-6 пунктов - это максимум); • основная часть (не более 10 слайдов); • заключение (вывод). Общие требования к стилевому оформлению презентации: • дизайн должен быть простым и лаконичным; • основная цель - читаемость, а не субъективная красота; цветовая гамма должна состоять не более чем из двух-трех цветов; • всегда должно быть два типа слайдов: для титульных и для основного текста; • размер шрифта должен быть: 24–54 пункта (заголовок), 18–36 пунктов (обычный текст); • текст должен быть свернут до ключевых слов и фраз. Полные развернутые предложения на слайдах таких презентаций используются только при цитировании; каждый слайд должен

4. Методические рекомендации по написанию эссе

Эссе - это самостоятельная письменная работа на тему, предложенную преподавателем. Цель эссе состоит в развитии навыков самостоятельного творческого мышления и письменного изложения собственных мыслей. Писать эссе чрезвычайно полезно, поскольку это позволяет автору научиться четко и грамотно формулировать мысли, структурировать информацию, использовать основные категории анализа, выделять причинно-следственные связи, иллюстрировать понятия соответствующими примерами, аргументировать свои выводы; овладеть научным стилем речи.

Эссе должно содержать: четкое изложение сути поставленной проблемы, включать самостоятельно проведенный анализ этой проблемы с использованием концепций и аналитического инструментария, рассматриваемого в рамках дисциплины, выводы, обобщающие авторскую позицию по поставленной проблеме. В зависимости от специфики дисциплины формы эссе могут значительно дифференцироваться. В некоторых случаях это может быть анализ имеющихся статистических данных по изучаемой проблеме, анализ материалов из средств массовой информации и использованием изучаемых моделей, подробный разбор предложенной задачи с развернутыми мнениями, подбор и детальный анализ примеров, иллюстрирующих проблему и т.д.

Построение эссе - это ответ на вопрос или раскрытие темы, которое основано на классической системе доказательств.

Структура эссе

1. *Титульный лист* (заполняется по единой форме);
2. *Введение* - суть и обоснование выбора данной темы, состоит из ряда компонентов, связанных логически и стилистически.

На этом этапе очень важно правильно *сформулировать вопрос, на который вы собираетесь найти ответ в ходе своего исследования.*

3. *Основная часть* - теоретические основы выбранной проблемы и изложение основного вопроса.

Данная часть предполагает развитие аргументации и анализа, а также обоснование их, исходя из имеющихся данных, других аргументов и позиций по этому вопросу. В этом заключается основное содержание эссе и это представляет собой главную трудность. Поэтому важное значение имеют подзаголовки, на основе которых осуществляется структурирование аргументации; именно здесь необходимо обосновать (логически, используя данные или строгие рассуждения) предлагаемую аргументацию/анализ. Там, где это необходимо, в качестве аналитического инструмента можно использовать графики, диаграммы и таблицы.

В зависимости от поставленного вопроса анализ проводится на основе следующих категорий:

Причина - следствие, общее - особенное, форма - содержание, часть - целое, постоянство - изменчивость.

В процессе построения эссе необходимо помнить, что один параграф должен содержать только одно утверждение и соответствующее доказательство, подкрепленное графическим и иллюстративным материалом. Следовательно, наполняя содержанием разделы аргументацией (соответствующей подзаголовкам), необходимо в пределах параграфа ограничить себя рассмотрением одной главной мысли.

Хорошо проверенный (и для большинства — совершенно необходимый) способ построения любого эссе - использование подзаголовков для обозначения ключевых моментов аргументированного изложения: это помогает посмотреть на то, что предполагается сделать (и ответить на вопрос, хорош ли замысел). Такой подход поможет следовать точно определенной цели в данном исследовании. Эффективное использование подзаголовков - не только обозначение основных пунктов, которые необходимо осветить.

Их последовательность может также свидетельствовать о наличии или отсутствии логичности в освещении темы.

4. *Заключение* - обобщения и аргументированные выводы по теме с указанием области ее применения и т.д. Подытоживает эссе или еще раз вносит пояснения, подкрепляет смысл и значение изложенного в основной части. Методы, рекомендуемые для составления заключения: повторение, иллюстрация, цитата, впечатляющее утверждение. Заключение может содержать такой очень важный, дополняющий эссе элемент, как указание на применение (импликацию) исследования, не исключая взаимосвязи с другими проблемами.

Структура аппарата доказательств, необходимых для написания эссе

Доказательство - это совокупность логических приемов обоснования истинности какого-либо суждения с помощью других истинных и связанных с ним суждений. Оно связано с убеждением, но не тождественно ему: аргументация или доказательство должны основываться на данных науки и общественно-исторической практики, убеждения же могут быть основаны на предрассудках, неосведомленности людей в вопросах экономики и политики, видимости доказательности. Другими словами, доказательство или аргументация - это рассуждение, использующее факты, истинные суждения, научные данные и убеждающее нас в истинности того, о чем идет речь.

Структура любого доказательства включает в себя три составляющие: тезис, аргументы и выводы или оценочные суждения.

Тезис - это положение (суждение), которое требуется доказать. *Аргументы* - это категории, которыми пользуются при доказательстве истинности тезиса. *Вывод* - это мнение, основанное на анализе фактов. *Оценочные суждения* - это мнения, основанные на наших убеждениях, верованиях или взглядах. *Аргументы* обычно делятся на следующие группы:

1. *Удостоверенные факты* — фактический материал (или статистические данные).
2. *Определения* в процессе аргументации используются как описание понятий, связанных с тезисом.
3. *Законы* науки и ранее доказанные теоремы тоже могут использоваться как аргументы доказательства.

Требования к фактическим данным и другим источникам

При написании эссе чрезвычайно важно то, как используются эмпирические данные и другие источники (особенно качество чтения). Все (фактические) данные соотносятся с конкретным временем и местом, поэтому прежде, чем их использовать, необходимо убедиться в том, что они соответствуют необходимому для исследований времени и месту. Соответствующая спецификация данных по времени и месту — один из способов, который может предотвратить чрезмерное обобщение, результатом которого может, например, стать предположение о том, что все страны по некоторым важным аспектам одинаковы (если вы так полагаете, тогда это должно быть доказано, а не быть голословным утверждением).

Всегда можно избежать чрезмерного обобщения, если помнить, что в рамках эссе используемые данные являются иллюстративным материалом, а не заключительным актом, т.е. они подтверждают аргументы и рассуждения и свидетельствуют о том, что автор умеет использовать данные должным образом. Нельзя забывать также, что данные, касающиеся спорных вопросов, всегда подвергаются сомнению. От автора не ждут определенного или окончательного ответа. Необходимо понять сущность фактического материала, связанного с этим вопросом (соответствующие индикаторы? насколько надежны данные для построения таких индикаторов? к какому заключению можно прийти на основании имеющихся данных и индикаторов относительно причин и следствий? и т.д.), и продемонстрировать это в эссе. Нельзя ссылаться на работы, которые автор эссе не читал сам.

Как подготовить и написать эссе?

Качество любого эссе зависит от трех взаимосвязанных составляющих, таких как:

1. Исходный материал, который будет использован (конспекты прочитанной литературы, лекций, записи результатов дискуссий, собственные соображения и накопленный опыт по данной проблеме).

2. Качество обработки имеющегося исходного материала (его организация, аргументация и доводы).

3. Аргументация (насколько точно она соотносится с поднятыми в эссе проблемами).

Процесс написания эссе можно разбить на несколько стадий: обдумывание - планирование - написание - проверка - правка.

Планирование - определение цели, основных идей, источников информации, сроков окончания и представления работы.

Цель должна определять действия.

Идеи, как и цели, могут быть конкретными и общими, более абстрактными. Мысли, чувства, взгляды и представления могут быть выражены в форме аналогий, ассоциации, предположений, рассуждений, суждений, аргументов, доводов и т.д.

Аналогии - выявление идеи и создание представлений, связь элементов значений.

Ассоциации - отражение взаимосвязей предметов и явлений действительности в форме закономерной связи между нервно - психическими явлениями (в ответ на тот или иной словесный стимул выдать «первую пришедшую в голову» реакцию).

Предположения - утверждение, не подтвержденное никакими доказательствами.

Рассуждения - формулировка и доказательство мнений.

Аргументация - ряд связанных между собой суждений, которые высказываются для того, чтобы убедить читателя (слушателя) в верности (истинности) тезиса, точки зрения, позиции.

Суждение - фраза или предложение, для которого имеет смысл вопрос: истинно или ложно?

Доводы - обоснование того, что заключение верно абсолютно или с какой-либо долей вероятности. В качестве доводов используются факты, ссылки на авторитеты, заведомо истинные суждения (законы, аксиомы и т.п.), доказательства (прямые, косвенные, «от противного», «методом исключения») и т.д.

Перечень, который получится в результате перечисления идей, поможет определить, какие из них нуждаются в особенной аргументации.

Источники. Тема эссе подскажет, где искать нужный материал. Обычно пользуются библиотекой, Интернет-ресурсами, словарями, справочниками. Пересмотр означает редактирование текста с ориентацией на качество и эффективность.

Качество текста складывается из четырех основных компонентов: ясности мысли, внятности, грамотности и корректности.

Мысль - это содержание написанного. Необходимо четко и ясно формулировать идеи, которые хотите выразить, в противном случае вам не удастся донести эти идеи и сведения до окружающих.

Внятность - это доступность текста для понимания. Легче всего ее можно достичь, пользуясь логично и последовательно тщательно выбранными словами, фразами и взаимосвязанными абзацами, раскрывающими тему.

Грамотность отражает соблюдение норм грамматики и правописания. Если в чем-то сомневаетесь, загляните в учебник, справьтесь в словаре или руководстве по стилистике или дайте прочитать написанное человеку, чья манера писать вам нравится.

Корректность — это стиль написанного. Стиль определяется жанром, структурой работы, целями, которые ставит перед собой пишущий, читателями, к которым он обращается.

5. Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям

Семинар представляет собой комплексную форму и завершающее звено в изучении определенных тем, предусмотренных программой учебной дисциплины. Комплексность данной формы занятий определяется тем, что в ходе её проведения сочетаются выступления обучающихся и преподавателя: рассмотрение обсуждаемой проблемы и анализ различных, часто дискуссионных позиций; обсуждение мнений обучающихся и разъяснение (консультация) преподавателя; углубленное изучение теории и приобретение навыков умения ее использовать в практической работе.

По своему назначению семинар, в процессе которого обсуждается та или иная научная проблема, способствует:

- углубленному изучению определенного раздела учебной дисциплины, закреплению знаний;
- отработке методологии и методических приемов познания;
- выработке аналитических способностей, умения обобщения и формулирования выводов;
- приобретению навыков использования научных знаний в практической деятельности;
- выработке умения кратко, аргументированно и ясно излагать обсуждаемые вопросы;
- осуществлению контроля преподавателя за ходом обучения.

Семинары представляет собой *дискуссию* в пределах обсуждаемой темы (проблемы). Дискуссия помогает участникам семинара приобрести более совершенные знания, проникнуть в суть изучаемых проблем. Выработать методологию, овладеть методами анализа социально-экономических процессов. Обсуждение должно носить творческий характер с четкой и убедительной аргументацией.

По своей структуре семинар начинается со вступительного слова преподавателя, в котором кратко излагаются место и значение обсуждаемой темы (проблемы) в данной дисциплине, напоминаются порядок и направления ее обсуждения. Конкретизируется ранее известный обучающимся план проведения занятия. После этого начинается процесс обсуждения вопросов обучающимися. Завершается занятие подведением итогов обсуждения, заключительным словом преподавателя.

Проведение семинарских занятий в рамках учебной группы (20 - 25 человек) позволяет обеспечить активное участие в обсуждении проблемы всех присутствующих.

По ходу обсуждения темы помните, что изучение теории должно быть связано с определением (выработкой) средств, путей применения теоретических положений в практической деятельности, например, при выполнении функций государственного служащего. В то же время важно не свести обсуждение научной проблемы только к пересказу случаев из практики работы, к критике имеющих место недостатков. Дискуссии имеют важное значение: учат дисциплине ума, умению выступать по существу, мыслить логически, выделяя главное, критически оценивать выступления участников семинара.

В процессе проведения семинара обучающиеся могут использовать разнообразные по своей форме и характеру пособия, демонстрируя фактический, в том числе статистический материал, убедительно подтверждающий теоретические выводы и положения. В завершение обсудите результаты работы семинара и сделайте выводы, что хорошо усвоено, а над чем следует дополнительно поработать.

В целях эффективности семинарских занятий необходима обстоятельная подготовка к их проведению. В начале семестра (учебного года) возьмите в библиотеке необходимые методические материалы для своевременной подготовки к семинарам. Готовясь к конкретной теме занятия следует ознакомиться с новыми официальными документами, статьями в периодических журналах, вновь вышедшими монографиями.

6. Методические рекомендации по подготовке к дискуссии

Современная практика предлагает широкий круг типов семинарских занятий. Среди них особое место занимает *семинар-дискуссия*, где в диалоге хорошо усваивается новая информация, видны убеждения студента, обсуждаются противоречия (явные и скрытые) и недостатки. Для обсуждения берутся конкретные актуальные вопросы, с которыми студенты предварительно ознакомлены. Дискуссия является одной из наиболее эффективных технологий группового взаимодействия, обладающей особыми возможностями в обучении, развитии и воспитании будущего специалиста.

Дискуссия (от лат. discussio - рассмотрение, исследование) - способ организации совместной деятельности с целью интенсификации процесса принятия решений в группе посредством обсуждения какого-либо вопроса или проблемы.

Дискуссия обеспечивает активное включение студентов в поиск истины; создает условия для открытого выражения ими своих мыслей, позиций, отношений к обсуждаемой теме и обладает особой возможностью воздействия на установки ее участников в процессе группового взаимодействия. Дискуссию можно рассматривать как *метод интерактивного обучения* и как особую технологию, включающую в себя другие методы и приемы обучения: «мозговой штурм», «анализ ситуаций» и т.д.

Обучающий эффект дискуссии определяется предоставляемой участнику возможностью получить разнообразную информацию от собеседников, продемонстрировать и повысить свою компетентность, проверить и уточнить свои представления и взгляды на обсуждаемую проблему, применить имеющиеся знания в процессе совместного решения учебных и профессиональных задач.

Развивающая функция дискуссии связана со стимулированием творчества обучающихся, развитием их способности к анализу информации и аргументированному, логически выстроенному доказательству своих идей и взглядов, с повышением коммуникативной активности студентов, их эмоциональной включенности в учебный процесс.

Влияние дискуссии на личностное становление студента обусловливается ее целостно - ориентирующей направленностью, созданием благоприятных условий для проявления индивидуальности, самоопределения в существующих точках зрения на определенную проблему, выбора своей позиции; для формирования умения взаимодействовать с другими, слушать и слышать окружающих, уважать чужие убеждения, принимать оппонента, находить точки соприкосновения, соотносить и согласовывать свою позицию с позициями других участников обсуждения.

Безусловно, наличие оппонентов, противоположных точек зрения всегда обостряет дискуссию, повышает ее продуктивность, позволяет создавать с их помощью конструктивный конфликт для более эффективного решения обсуждаемых проблем.

Существует несколько видов дискуссий, использование того или иного типа дискуссии зависит от характера обсуждаемой проблемы и целей дискуссии.

Дискуссия- диалог чаще всего применяется для совместного обсуждения учебных и производственных проблем, решение которых может быть достигнуто путем взаимодополнения, группового взаимодействия по принципу «индивидуальных вкладов» или на основе согласования различных точек зрения, достижения консенсуса.

Дискуссия - спор используется для всестороннего рассмотрения сложных проблем, не имеющих однозначного решения даже в науке, социальной, политической жизни, производственной практике и т.д. Она построена на принципе «позиционного противостояния» и ее цель - не столько решить проблему, сколько побудить участников дискуссии задуматься над проблемой, уточнить и определить свою позицию; научить аргументировано отстаивать свою точку зрения и в то же время осознать право других иметь свой взгляд на эту проблему, быть индивидуальностью.

Условия эффективного проведения дискуссии:

- информированность и подготовленность студентов к дискуссии,
- свободное владение материалом, привлечение различных источников для аргументации отстаиваемых положений;
- правильное употребление понятий, используемых в дискуссии, их единообразное понимание;
- корректность поведения, недопустимость высказываний, задевающих личность оппонента; установление регламента выступления участников;
- полная включенность группы в дискуссию, участие каждого студента в ней.

Подготовка студентов к дискуссии: если тема объявлена заранее, то следует ознакомиться с указанной литературой, необходимыми справочными материалами, продумать свою позицию, четко сформулировать аргументацию, выписать цитаты, мнения специалистов.

В проведении дискуссии выделяется несколько этапов.

Этап 1-й, введение в дискуссию: формулирование проблемы и целей дискуссии; определение значимости проблемы, совместная выработка правил дискуссии; выяснение однозначности понимания темы дискуссии, используемых в ней терминов, понятий.

Этап 2-й, обсуждение проблемы: обмен участниками мнениями по каждому вопросу. Цель этапа - собрать максимум мнений, идей, предложений, соотнося их друг с другом.

Этап 3-й, подведение итогов обсуждения: выработка студентами согласованного мнения и принятие группового решения.

Далее подводятся итоги дискуссии, заслушиваются и защищаются проектные задания. После этого проводится "мозговой штурм" по нерешенным проблемам дискуссии, а также выявляются прикладные аспекты, которые можно рекомендовать для включения в курсовые и дипломные работы или в апробацию на практике.

Семинары-дискуссии проводятся с целью выявления мнения студентов по актуальным и проблемным вопросам.

7. Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов

Экзамен - одна из важнейших частей учебного процесса, имеющая огромное значение.

Во-первых, готовясь к экзамену, студент приводит в систему знания, полученные на лекциях, семинарах, практических и лабораторных занятиях, разбирается в том, что осталось непонятным, и тогда изучаемая им дисциплина может быть воспринята в полном объеме с присущей ей строгостью и логичностью, ее практической направленностью. А это чрезвычайно важно для будущего специалиста.

Во-вторых, каждый хочет быть волевым и сообразительным., выдержанным и целеустремленным, иметь хорошую память, научиться быстро находить наиболее рациональное решение в трудных ситуациях. Очевидно, что все эти качества не только украшают человека, но и делают его наиболее действенным членом коллектива. Подготовка и сдача экзамена помогают студенту глубже усвоить изучаемые дисциплины, приобрести навыки и качества, необходимые хорошему специалисту.

Конечно, успех на экзамене во многом обусловлен тем, насколько систематически и глубоко работал студент в течение семестра. Совершенно очевидно, что серьезно продумать и усвоить содержание изучаемых дисциплин за несколько дней подготовки к экзамену просто невозможно даже для очень способного студента. И, кроме того, хорошо известно, что быстро выученные на память разделы учебной дисциплины так же быстро забываются после сдачи экзамена.

При подготовке к экзамену студенты не только повторяют и дорабатывают материал дисциплины, которую они изучали в течение семестра, они обобщают полученные знания, осмысливают методологию предмета, его систему, выделяют в нем основное и главное, воспроизводят общую картину с тем, чтобы яснее понять связь между отдельными элементами дисциплины. Вся эта обобщающая работа проходит в условиях напряжения воли и сознания, при значительном отвлечении от повседневной жизни, т. е. в условиях, благоприятствующих пониманию и запоминанию.

Подготовка к экзаменам состоит в приведении в порядок своих знаний. Даже самые способные студенты не в состоянии в короткий период зачетно-экзаменационной сессии усвоить материал целого семестра, если они над ним не работали в свое время. Для тех, кто мало занимался в семестре, экзамены принесут мало пользы: что быстро пройдено, то быстро и забудется. И хотя в некоторых случаях студент может «проскочить» через экзаменационный барьер, в его подготовке останется серьезный пробел, трудно восполняемый впоследствии.

Определив назначение и роль экзаменов в процессе обучения, попытаемся на этой основе пояснить, как лучше готовиться к ним.

Экзаменам, как правило, предшествует защита курсовых работ (проектов) и сдача зачетов. К экзаменам допускаются только студенты, защитившие все курсовые работы (проекты) и сдавшие все зачеты. В вузе сдача зачетов организована так, что при систематической работе в течение семестра, своевременной и успешной сдаче всех текущих работ, предусмотренных графиком учебного процесса, большая часть зачетов не вызывает повышенной трудности у студента. Студенты, работавшие в семестре по плану, подходят к экзаменационной сессии без напряжения, без излишней затраты сил в последнюю, «зачетную» неделю.

Подготовку к экзамену следует начинать с первого дня изучения дисциплины. Как правило, на лекциях подчеркиваются наиболее важные и трудные вопросы или разделы дисциплины, требующие внимательного изучения и обдумывания. Нужно эти вопросы выделить и обязательно постараться разобраться в них, не дожидаясь экзамена, проработать их, готовясь к семинарам, практическим или лабораторным занятиям, попробовать самостоятельно решить несколько типовых задач. И если, несмотря на это, часть материала осталась неувоенной, ни в коем случае нельзя успокаиваться, надеясь

на то, что это не попадет на экзамене. Факты говорят об обратном; если те или другие вопросы учебной дисциплины не вошли в экзаменационный билет, преподаватель может их задать (и часто задает) в виде дополнительных вопросов.

Точно такое же отношение должно быть выработано к вопросам и задачам, перечисленным в программе учебной дисциплины, выдаваемой студентам в начале семестра. Обычно эти же вопросы и аналогичные задачи содержатся в экзаменационных билетах. Не следует оставлять без внимания ни одного раздела дисциплины: если не удалось в чем-то разобраться самому, нужно обратиться к товарищам; если и это не помогло выяснить какой-либо вопрос до конца, нужно обязательно задать этот вопрос преподавателю на предэкзаменационной консультации. Чрезвычайно важно приучить себя к умению самостоятельно мыслить, учиться думать, понимать суть дела. Очень полезно после проработки каждого раздела восстановить в памяти содержание изученного материала, кратко записав это на листе бумаги, создать карту памяти (умственную карту), изобразить необходимые схемы и чертежи (логико-графические схемы), например, отобразить последовательность вывода теоремы или формулы. Если этого не сделать, то большая часть материала останется не понятой, а лишь формально заученной, и при первом же вопросе экзаменатора студент убедится в том, насколько поверхностно он усвоил материал.

В период экзаменационной сессии происходит резкое изменение режима работы, отсутствует посещение занятий по расписанию. При всяком изменении режима работы очень важно скорее приспособиться к новым условиям. Поэтому нужно сразу выбрать такой режим работы, который сохранился бы в течение всей сессии, т. е. почти на месяц. Необходимо составить для себя новый распорядок дня, чередуя занятия с отдыхом. Для того чтобы сократить потерю времени на включение в работу, рабочие периоды целесообразно делать длительными, разделив день примерно на три части: с утра до обеда, с обеда до ужина и от ужина до сна.

Каждый рабочий период дня надо заканчивать отдыхом. Наилучший отдых в период экзаменационной сессии - прогулка, кратковременная пробежка или какой-либо неутомительный физический труд.

При подготовке к экзаменам основное направление дают программа учебной дисциплины и студенческий конспект, которые указывают, что наиболее важно знать и уметь делать. Основной материал должен прорабатываться по учебнику (если такой имеется) и учебным пособиям, так как конспекта далеко недостаточно для изучения дисциплины. Учебник должен быть изучен в течение семестра, а перед экзаменом сосредоточьте внимание на основных, наиболее сложных разделах. Подготовку по каждому разделу следует заканчивать восстановлением по памяти его краткого содержания в логической последовательности.

За один - два дня до экзамена назначается консультация. Если ее правильно использовать, она принесет большую пользу. Во время консультации студент имеет полную возможность получить ответ на нее ни ясные ему вопросы. А для этого он должен проработать до консультации все темы дисциплины. Кроме того, преподаватель будет отвечать на вопросы других студентов, что будет для вас повторением и закреплением знаний. И еще очень важное обстоятельство: преподаватель на консультации, как правило, обращает внимание на те вопросы, по которым на предыдущих экзаменах ответы были неудовлетворительными, а также фиксирует внимание на наиболее трудных темах дисциплины. Некоторые студенты не приходят на консультации либо потому, что считают, что у них нет вопросов к преподавателю, либо полагают, что у них и так мало времени и лучше самому прочитать материал в конспекте или в учебнике. Это глубокое заблуждение. Никакая другая работа не сможет принести столь значительного эффекта накануне экзамена, как консультация преподавателя.

Но консультация не может возместить отсутствия длительной работы в течение семестра и помочь за несколько часов освоить материал, требующийся к экзамену. На

консультации студент получает ответы на трудные или оставшиеся неясными вопросы и, следовательно, дорабатывается материал. Консультации рекомендуется посещать, подготовив к ним все вопросы, вызывающие сомнения. Если студент придет на консультацию, не проработав всего материала, польза от такой консультации будет невелика.

Итак, *основные советы* для подготовки к сдаче зачетов и экзаменов состоят в следующем:

- лучшая подготовка к зачетам и экзаменам - равномерная работа в течение всего семестра;
- используйте программы учебных дисциплин - это организует вашу подготовку к зачетам и экзаменам;
- учитывайте, что для полноценного изучения учебной дисциплины необходимо время;
- составляйте планы работы во времени;
- работайте равномерно и ритмично;
- курсовые работы (проекты) желательно защищать за одну - две недели до начала зачетно-экзаменационной сессии;
- все зачеты необходимо сдавать до начала экзаменационной сессии;
- помните, что конспект не заменяет учебник и учебные пособия, а помогает выбрать из него основные вопросы и ответы;
- при подготовке наибольшее внимание и время уделяйте трудным и непонятным вопросам учебной дисциплины;
- грамотно используйте консультации;
- соблюдайте правильный режим труда и отдыха во время сессии, это сохранит работоспособность и даст хорошие результаты;
- учитесь владеть собой на зачете и экзамене;
- учитесь точно и кратко передавать свои мысли, поясняя их, если нужно, логико-графическими схемами.

Очень важным условием для правильного режима работы в период экзаменационной сессии является нормальный сон, иначе в день экзамена не будет чувства бодрости и уверенности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методические указания по выполнению самостоятельной работы обучающихся являются неотъемлемой частью процесса обучения в вузе. Правильная организация самостоятельной работы позволяет обучающимся развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, способствует формированию навыков совершенствования профессионального мастерства. Также внеаудиторное время включает в себя подготовку к аудиторным занятиям и изучение отдельных тем, расширяющих и углубляющих представления обучающихся по разделам изучаемой дисциплины.

Таким образом, обучающийся используя методические указания может в достаточном объеме усвоить и успешно реализовать конкретные знания, умения, навыки и получить опыт при выполнении следующих условий:

- 1) систематическая самостоятельная работа по закреплению полученных знаний и навыков;
- 2) добросовестное выполнение заданий;
- 3) выяснение и уточнение отдельных предпосылок, умозаключений и выводов, содержащихся в учебном курсе;
- 4) сопоставление точек зрения различных авторов по затрагиваемым в учебном курсе проблемам; выявление неточностей и некорректного изложения материала в периодической и специальной литературе;
- 5) периодическое ознакомление с последними теоретическими и практическими достижениями в области управления персоналом;
- 6) проведение собственных научных и практических исследований по одной или нескольким актуальным проблемам для *HR*;
- 7) подготовка научных статей для опубликования в периодической печати, выступление на научно-практических конференциях, участие в работе студенческих научных обществ, круглых столах и диспутах по проблемам управления персоналом.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально - ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://evolkov.net/case/case.study.html>
2. Методические рекомендации по написанию реферата. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.hse.spb.ru/edu/recommendations/method-referat-2005.phtml>
3. Фролова Н. А. Реферирование и аннотирование текстов по специальности (на материале немецкого языка): Учеб. пособие / ВолГТУ, Волгоград, 2006. - С.5.



Министерство науки и высшего образования РФ
ФГБОУ ВО
«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО

Методической комиссией
горно-механического факультета

«__» _____ 2018 г.

Председатель комиссии

проф. В. П. Барановский

Брагин В. Г., Волков Е. Б., Казаков Ю. М.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

Учебное пособие

УДК 531
Б 87

Рецензент: *Н. М. Суслов*, д-р техн. наук, заведующий кафедрой ГМК
Уральского государственного горного университета.

Учебное пособие рассмотрено на заседании кафедры технической механики от «07» июня 2018 г. (протокол № 7) и рекомендовано для издания в УГГУ.

Печатается по решению Учебно-методического совета Уральского государственного горного университета.

Брагин В. Г., Волков Е. Б., Казаков Ю. М.

Б 87 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА: Учебное пособие / Ю. М. Казаков, В. Г. Брагин, Е. Б. Волков. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2018. – 250 с.
ISBN 978-5-8019-0460-3

Учебное пособие содержит краткие методические указания, примеры решений задач и упражнения для самостоятельной работы по основным темам курса теоретической механики: статика, кинематика точки и простейшие движения твёрдых тел, сложное движение точки, динамика точки и механической системы. Учебное пособие для студентов всех специальностей очной и заочной форм обучения.

ISBN 978-5-8019-0460-3

©Брагин В. Г., Волков Е. Б.,
Казаков Ю. М., 2018

©Уральский государственный горный
университет, 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. СТАТИКА.....	4
1.1. Основные понятия статики	4
1.2. Система сходящихся сил. Условия равновесия	9
1.3. Произвольная плоская система сил.....	16
1.4. Равновесие систем тел	26
1.5. Произвольная пространственная система сил	34
1.6. Равновесие тел при наличии сил трения.....	44
2. КИНЕМАТИКА ТОЧКИ И ТВЁРДОГО ТЕЛА.....	55
2.1. Криволинейное движение точки	55
2.2. Поступательное движение и вращение твердого тела	62
вокруг неподвижной оси	62
2.3. Скорости точек при плоскопараллельном движении твёрдого тела	73
2.4. Ускорения точек при плоскопараллельном движении твёрдого тела	84
3. СЛОЖНОЕ ДВИЖЕНИЕ ТОЧКИ	100
3.1. Основные понятия и определения сложного движения точки.....	100
4. ДИНАМИКА ТОЧКИ	114
4.1. Дифференциальные уравнения движения точки	114
4.2. Колебания материальной точки.....	124
4.3. Теорема об изменении кинетической энергии точки.....	134
5. ОБЩИЕ ТЕОРЕМЫ ДИНАМИКИ СИСТЕМЫ.....	146
5.1. Теорема о движении центра масс системы	146
5.2. Теорема об изменении кинетического момента системы относительно оси.....	148
5.3. Теорема об изменении кинетической энергии системы	153
5.4. Применение общих теорем динамики системы к описанию движений твёрдого тела	162
6. ПРИНЦИПЫ МЕХАНИКИ	177
6.1. Принцип Даламбера для системы	177
6.2. Принцип возможных перемещений	182
6.3. Общее уравнение динамики.....	189
6.4. Уравнения Лагранжа II рода	201
7. ОТВЕТЫ И КРАТКИЕ ПОЯСНЕНИЯ.....	220
7.1. Ответы к упражнениям главы 1	220
7.2. Ответы к упражнениям главы 2	226
7.3. Ответы к упражнениям главы 3	231
7.4. Ответы к упражнениям главы 4	233
7.5. Ответы к упражнениям главы 5	236
7.6. Ответы к упражнениям главы 6	241
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	249

1. СТАТИКА

1.1. Основные понятия статики

Статика представляет раздел теоретической механики, в котором освещаются условия равновесия тел под действием систем сил.

Материальной точкой называют простейшую модель материального тела, размерами которого можно пренебречь и которое можно принять за геометрическую точку, имеющую массу, равную массе тела. Совокупность материальных точек называется **системой материальных точек**. Если система материальных точек такова, что движение каждой точки зависит от положения и движения остальных точек системы, то система называется **механической системой материальных точек**. Любое материальное тело представляет собой механическую систему материальных точек. Если точки системы связаны между собой так, что расстояния между любыми двумя точками не изменяются, то система называется **неизменяемой системой**, а тело – **абсолютно твердым телом**.

Силой в механике называют меру механического действия одного материального объекта (например, твердого тела) на другой. Единицей измерения силы в системе СИ является ньютон (Н). Совокупность сил, действующих на механическую систему (в частности, на твердое тело), называют **системой сил**.

Если система сил, приложенная к твердому телу, оставляет его в состоянии покоя или равномерного прямолинейного движения, то такая система сил называется **уравновешенной**, или **системой сил, эквивалентной нулю**.

Если одну систему сил, действующих на твердое тело или материальную точку, можно заменить другой системой, не изменяя при этом состояния покоя или движения, в котором находится тело или материальная точка, то такие две системы сил называются **эквивалентными**. Если система сил эквивалентна одной силе, то эта сила называется **равнодействующей** данной системы сил.

Основные виды связей и их реакции

Всякое твердое тело, которое может занимать произвольное положение в пространстве, называется свободным. Если на тело наложены внешние связи, стесняющие (ограничивающие) свободу его перемещений, то тело является несвободным. Сила, с которой данная связь действует на тело, препятствуя его перемещениям, называется **реакцией связи**. Всякое несвободное твердое тело можно рассматривать как свободное, если освободить тело от связей и заменить действие связей их реакциями. **Реакция связи направлена в сторону, противоположную тому направлению, вдоль которого связь препятствует перемещению тела.**

Опора тела на гладкую плоскость (поверхность) без трения. Реакция \vec{R} абсолютно гладкой поверхности приложена в точке касания и направлена перпендикулярно к общей касательной соприкасающихся поверхностей (рис. 1.1, *a*). Такая реакция называется **нормальной реакцией**.

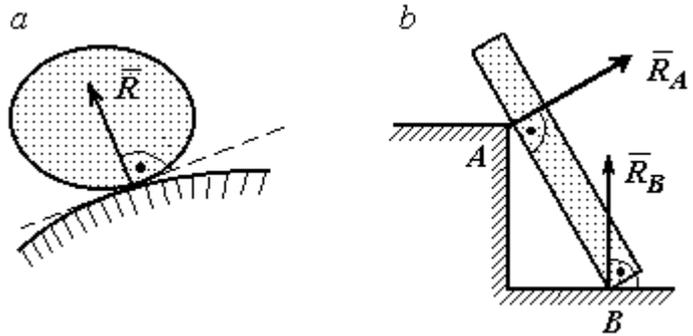


Рис. 1.1. Реакция опоры:

Брус с гладкой поверхностью (рис. 1.1, *b*), опирающийся в точке *B* на гладкий пол и в точке *A* на ребро (точечную опору), имеет реакциями опор \vec{R}_B – реакцию пола и \vec{R}_A – реакцию ребра (точечной опоры). Реакции приложены к брусу и направлены по нормальям к поверхности пола и поверхности бруса.

Цилиндрический шарнир и подвижная опора (каток). Цилиндрический шарнир (на рис. 1.2, *a* обозначен буквой *A*) представляет собой устройство, которое допускает поворот тела в плоскости, перпендикулярной оси шарнира (например, цилиндрическая втулка, надетая на неподвижный цилиндр).

Реакция цилиндрического шарнира \vec{R}_A лежит в плоскости, перпендикулярной оси шарнира. При решении задач неизвестную по величине и направлению реакцию цилиндрического шарнира представляют в виде составляющих, \vec{X}_A, \vec{Y}_A , направленных вдоль координатных осей (см. рис. 1.2, *a*). Величина реакции \vec{R}_A определяется по формуле: $R_A = \sqrt{X_A^2 + Y_A^2}$, где \vec{X}_A, \vec{Y}_A – составляющие реакции.

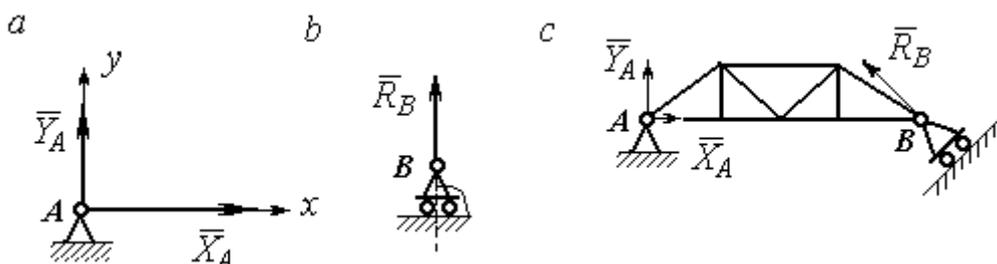


Рис. 1.2. Реакции шарнирных опор:
a – цилиндрический шарнир; *b* – каток; *c* – мостовая конструкция с цилиндрической шарнирной опорой и опорой на каток

Реакция \vec{R}_B опоры на каток (подвижной опоры) (рис. 1.2, *b*) перпендикулярна опорной поверхности.

На рис. 1.2, *c* показаны реакции связей мостовой конструкции с цилиндрической шарнирной опорой и подвижной опорой (катком). Реакция цилиндрического шарнира в точке *A* изображена в виде разложения на взаимно перпендикулярные составляющие \vec{X}_A, \vec{Y}_A , реакция \vec{R}_B катка в точке *B* перпендикулярна наклонной плоскости, на которой стоит каток.

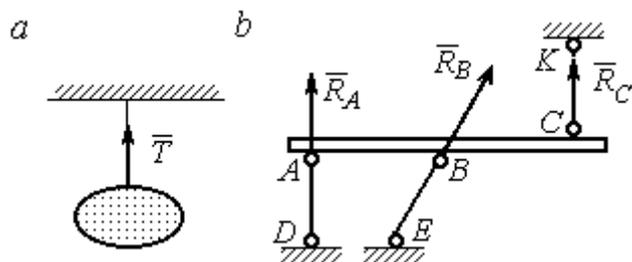


Рис. 1.3. Реакция гибкой нити и невесомого стержня

Гибкая связь и жесткий невесомый стержень. Связь в виде гибкой нерастяжимой нити (каната, троса) препятствует удалению тела от точки подвеса. (рис. 1.3, *a*). Реакция связи \vec{T} ,

равная натяжению нити, приложена к телу и направлена вдоль нити в сторону противоположную направлению, вдоль которого нить препятствует перемещению тела

Если опорой тела служит невесомый стержень с шарнирами на концах, то реакция прямолинейного стержня приложена к телу и направлена вдоль стержня. Направление реакции стержня противоположно направлению, по которому стержень препятствует перемещению тела.

Реакции невесомых стержней, удерживающих балку, изображённую на рис. 1.3, *b*, направлены исходя из предположения, что балка может перемещаться вниз. При этом стержни *AD* и *BE* сжаты, а стержень *CK* растянут.

Сферический шарнир. Связь в виде сферического шарнира не позволяет перемещать тело в пространстве, но допускает поворот в пространстве вокруг неподвижной точки. Реакция сферического шарнира может иметь любое направление в пространстве. При решении задач реакцию изображают ее составляющими. На рис. 1.4 реакция \vec{R}_A сферического шарнира *A* разложена на составляющие $\vec{X}_A, \vec{Y}_A, \vec{Z}_A$ по направлениям координатных осей. Величина реакции сферического шарнира определяется по формуле:

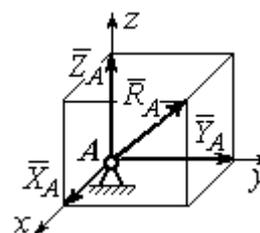


Рис. 1.4. Реакция сферического шарнира

$$R_A = \sqrt{X_A^2 + Y_A^2 + Z_A^2}.$$

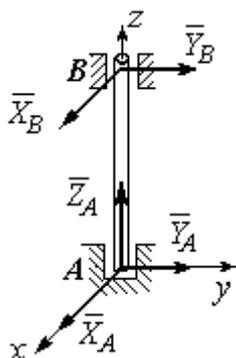


Рис. 1.5. Реакции подшипника и подпятника

Подшипник и подпятник. Подшипник представляет собой цилиндрический шарнир (рис. 1.5, подшипник *B*). Его реакция может иметь любое направление в плоскости, перпендикулярной оси шарнира. При решении задач реакция подшипника раскладывается на две составляющие. Например, на рис. 1.5 реакция \vec{R}_B подшип-

ника B разложена на составляющие \vec{X}_B, \vec{Y}_B , параллельные координатным осям.

Величина реакции подшипника определяется по формуле: $R_B = \sqrt{X_B^2 + Y_B^2}$.

Подпятник является цилиндрическим шарниром с упором. В задачах реакция подпятника обычно изображается векторами $\vec{X}_A, \vec{Y}_A, \vec{Z}_A$, представляющими разложение силы реакции подпятника по заданным направлениям координатных осей (см. рис. 1.5, подпятник A). Величина реакции подпятника

определяется по формуле: $R_A = \sqrt{X_A^2 + Y_A^2 + Z_A^2}$.

Проекция силы на ось и на плоскость

Проекция силы на ось есть алгебраическая величина, равная произведению модуля силы на косинус угла между силой и положительным направлением оси. Если этот угол острый, проекция положительна, если тупой – отрицательна. Если сила перпендикулярна оси, её проекция на ось равна нулю.

Проекции сил $\vec{F}, \vec{Q}, \vec{P}$, изображённых на рис. 1.6, a , на ось x :

$$F_x = F \cos \alpha, \quad Q_x = Q \cos \alpha_1 = -Q \cos \varphi, \quad P_x = P \cos 90^\circ = 0.$$

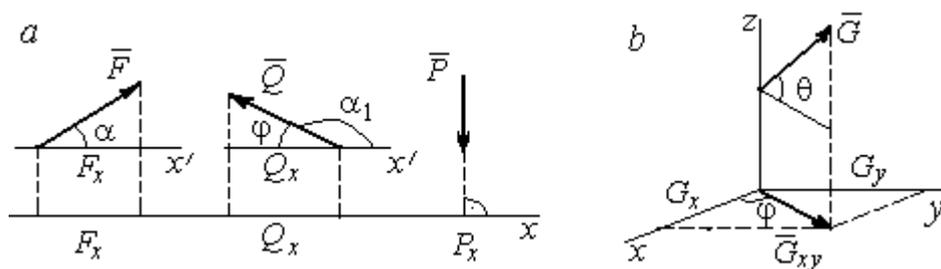


Рис. 1.6. Проекция силы на ось и на плоскость:
 a – проекция силы на ось; b – проекция силы на плоскость

Проекцией силы на плоскость называется вектор, заключённый между проекциями начала и конца силы \vec{G} на эту плоскость.

На рис. 1.6, b вектор \vec{G}_{xy} является проекцией силы \vec{G} на плоскость xy . По величине $G_{xy} = G \cos \theta$, где θ – угол между направлением силы \vec{G} и её проек-

ции \vec{G}_{xy} . Проекции силы \vec{G} на оси xyz : $G_x = G_{xy} \cos \varphi = G \cos \theta \cos \varphi$,
 $G_y = G_{xy} \sin \varphi = G \cos \theta \sin \varphi$, $G_z = G \sin \theta$.

1.2. Система сходящихся сил. Условия равновесия

Для равновесия **пространственной системы сходящихся сил** необходимо и достаточно, чтобы суммы проекций всех сил на каждую из трёх осей прямоугольной системы координат были равны нулю:

$$\sum F_{kx} = 0, \sum F_{ky} = 0, \sum F_{kz} = 0,$$

где F_{kx}, F_{ky}, F_{kz} – проекции всех сил на координатные оси.

Для равновесия **плоской системы сходящихся сил** необходимо и достаточно, чтобы суммы проекций всех сил на каждую из двух осей прямоугольной системы координат, расположенной в плоскости действия сил, были равны нулю: $\sum F_{kx} = 0, \sum F_{ky} = 0$, где F_{kx}, F_{ky} – проекции всех сил на координатные оси.

Примеры решения задач на равновесие сходящейся системы сил

Задача 1. Каток весом 20 кН удерживается на гладкой наклонной плоскости тросом, который одним концом закреплён на поверхности шара, а другим – на вертикальной стене (рис. 1.7). Угол наклона троса к вертикальной стене $\beta = 120^\circ$. Угол наклона плоскости к горизонту $\alpha = 45^\circ$. Определить силу давления катка на плоскость и натяжение троса.

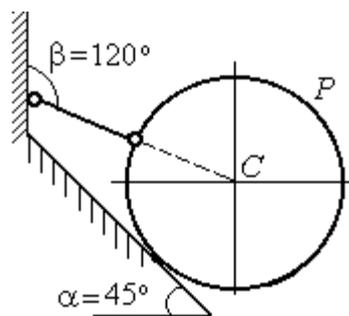


Рис. 1.7. Равновесие шара

Решение

При равновесии на каток действуют сила тяжести \vec{P} , реакция троса \vec{N} и реакция опоры \vec{R} . Линии действия всех сил находятся в одной плоскости и пересекаются в центре шара. Направления реакций показаны на рис. 1.8.

Условия равновесия плоской сходящейся системы сил:

$$\sum F_{kx} = 0, \sum F_{ky} = 0.$$

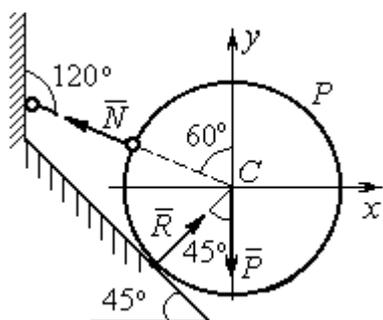


Рис. 1.8. Силы, действующие на каток, при его равновесии

Проведя оси координат, как показано на рис. 1.8, выразим условия равновесия в виде системы уравнений:

$$\sum F_{kx} = -N \cos 30^\circ + R \cos 45^\circ = 0;$$

$$\sum F_{ky} = N \cos 60^\circ + R \cos 45^\circ - P = 0.$$

Подставляя в уравнения исходные данные задачи,

найдем: $N = 14,64$ кН, $R = 17,93$ кН.

Натяжение троса равно модулю его реакции. Сила давления катка на плоскость равна реакции опоры гладкой плоскости, но направлена в противоположную сторону.

Задача 2. Кронштейн состоит из невесомых стержней AC и BC , скрепленных друг с другом и с вертикальной стеной шарнирами, как показано на рис. 1.9. Стержень BC горизонтален, стержень AC составляет с горизонталью угол $\beta = 60^\circ$. К шарниру C прикреплены два троса, удерживающие грузы 1 и 2 весом $G_1 = 10$ кН и $G_2 = 12$ кН. Трос, удерживающий груз 1, вертикален, а другой перекинут через блок D так, что угол наклона участка троса CD к вертикали $\alpha = 60^\circ$. Определить реакции стержней BC и AC .

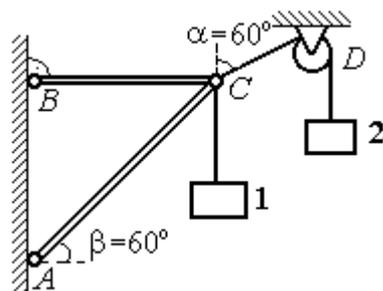


Рис. 1.9. Равновесие кронштейна

Решение

Рассмотрим равновесие узла C , в котором закреплены стержни и тросы. На узел C действуют реакции \vec{T}_1 и \vec{T}_2 тросов, натянутых грузами 1 и 2, и реакции \vec{N}_1 и \vec{N}_2 стержней BC и AC (рис. 1.10). Модули реакций тросов \vec{T}_1 и \vec{T}_2 равны весу грузов: $T_1 = G_1$, $T_2 = G_2$.

Плоская система сил (\vec{T}_1 , \vec{T}_2 , \vec{N}_1 , \vec{N}_2) является сходящейся. Условия равновесия: $\sum F_{kx} = 0$, $\sum F_{ky} = 0$. Проведя оси координат xCy , как показано на рис. 1.10, и определяя проекции сил на оси, получим систему уравнений:

$$N_1 + N_2 \cos 60^\circ - T_2 \cos 30^\circ = 0;$$

$$N_2 \cos 30^\circ + T_1 - T_2 \cos 60^\circ = 0.$$

Подставим в уравнения исходные данные задачи. С учётом того, что $T_1 = G_1 = 10$ кН, $T_2 = G_2 = 12$ кН, найдём значения реакций: $N_1 = 12,7$ кН, $N_2 = -4,62$ кН. Отрицательная величина N_2 означает, что вектор \vec{N}_2 реакции стержня AC направлен в противоположную сторону.

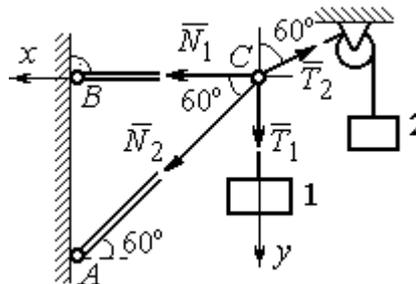


Рис. 1.10. Силы, действующие на узел C при его равновесии

Задача 3. Груз весом $P = 20$ кН поднимается стержневым краном ABC

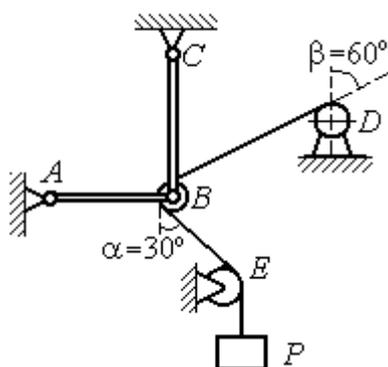


Рис. 1.11. Равновесие стержневой конструкции

посредством каната, перекинутого через блоки B и D (рис. 1.11). Блок B установлен в месте шарнирного соединения невесомых стержней AB и BC , блок D укреплен так, что участок троса DB составляет с вертикалью угол $\beta = 60^\circ$. Стержни AB и BC соединены со стенками шарнирами. Конец троса, несущий груз P , переброшен через блок E и на отрезке BE составляет с вертикалью угол $\alpha = 30^\circ$. Пренебрегая трением в блоке и размерами блока B , определить усилия в стержнях AB и BC при равновесии груза.

Решение

Рассмотрим равновесие блока B вместе с отрезками нити BE и BD . Освободим блок B от связей и заменим их реакциями.

Рассматривая блок и отрезок нити как одно целое, можно не учитывать

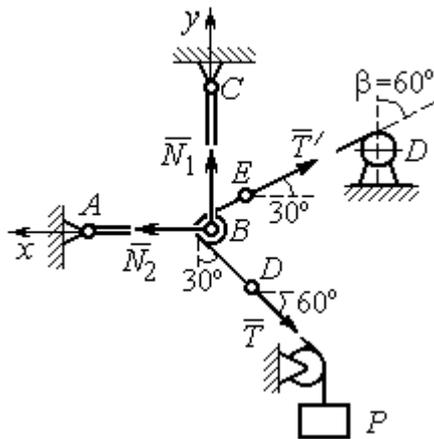


Рис. 1.12. Силы, действующие на блок B , при его равновесии

силы взаимного давления нити и блока. На блок действует реакция \vec{T} нити BD , приложенная в точке D , численно равная весу груза P , реакция \vec{T}' нити BE , приложенная в точке E и также численно равная весу груза P и реакции стержней \vec{N}_1, \vec{N}_2 (см. рис. 1.12).

Пренебрегая размерами блока, можно считать систему сил сходящейся. Проведём координатные оси, как показано на рис. 1.12, и

выразим условия равновесия плоской сходящейся системы сил в виде системы уравнений:

$$\sum F_{kx} = N_2 - T' \cos 30^\circ - T \cos 60^\circ = 0; \quad \sum F_{ky} = N_1 + T' \cos 60^\circ - T \cos 30^\circ = 0.$$

Решая полученную систему уравнений с учётом, что $T' = T = P = 20$ кН, получим: $N_1 = 7,32$ кН, $N_2 = 27,32$ кН.

Задача 4. Шахта ориентируется в вертикальной плоскости с помощью несвободного проволочного отвеса $CBDP$, натянутого грузом весом $P = 50$ Н (рис. 1.13).

Определить натяжения частей отвеса CB, BD, DP и натяжения оттяжек BA и DE , если угол отклонения оттяжки BC от горизонтали $\alpha = 60^\circ$, а отклонение средней части отвеса BD от вертикали $\beta = 4^\circ$. Весом проволоки отвеса пренебречь.

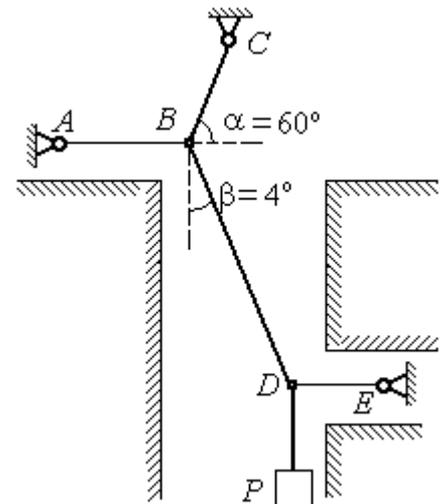


Рис. 1.13. Схема отвеса

Решение

Рассмотрим равновесие узла D , в котором сходятся три силы – реакция \vec{S} средней части отвеса, реакция \vec{T}_E оттяжки DE и реакция \vec{T}_P отвеса на участке

DP , равная весу груза $T_P = P$ (рис. 1.14). Выберем оси координат xDu , как показано на рис. 1.14, и составим уравнения равновесия узла D :

$$\sum F_{kx} = S \cos 86^\circ - T_E = 0; \quad \sum F_{ky} = S \cos 4^\circ - T_P = 0.$$

Из второго уравнения с учётом, что натяжение отвеса на участке DP $T_P = P = 50$ Н, находим натяжение S на сред-

нем участке отвеса: $S = \frac{T_P}{\cos 4^\circ} = 50,12$ Н. Из

первого уравнения находим натяжение $T_E = S \cos 86^\circ = 3,49$ Н.

Теперь рассмотрим равновесие узла B , на который действуют реакция \vec{T}_A оттяжки BA , реакция \vec{T}_C верхней части отвеса BC и реакция \vec{S}' средней части отвеса. Вектор силы \vec{S}' противоположен направлению вектора \vec{S} : $\vec{S}' = -\vec{S}$,

а численно (по принципу равенства действия и противодействия) они равны $S' = S$ (см. рис. 1.14). Выберем оси координат xBy , как показано на рис. 1.14, и составим уравнения равновесия узла B :

$$\sum F_{kx} = T_C \cos 60^\circ + S' \cos 86^\circ - T_A = 0; \quad \sum F_{ky} = T_C \cos 30^\circ - S' \cos 4^\circ = 0.$$

Находим натяжение отвеса на верхнем участке BC и натяжение T_A оттяжки BA : $T_C = \frac{S' \cos 4^\circ}{\cos 30^\circ} = 57,73$ Н; $T_A = T_C \cos 60^\circ + S' \cos 86^\circ = 32,36$ Н.

Задача 5. Груз $P = 20$ кН удерживается двумя стержнями AC , AD одинаковой длины и цепью AB , скреплённых в точке A , так, что плоскость треугольника ADC горизонтальна (рис. 1.15). Цепь BA отклонена от вертикальной стены на угол $\beta = 60^\circ$ и расстояние $CE = ED$. Трос закреплён одним концом в точке A , а другой его конец, несущий груз, переброшен через блок K так, что отрезок

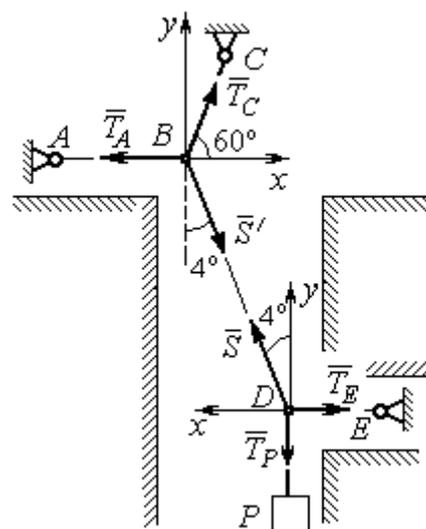


Рис.1.14. Силы, действующие в узлах B и D при равновесии отвеса

троса AK находится в плоскости, параллельной плоскости стены, и составляет с

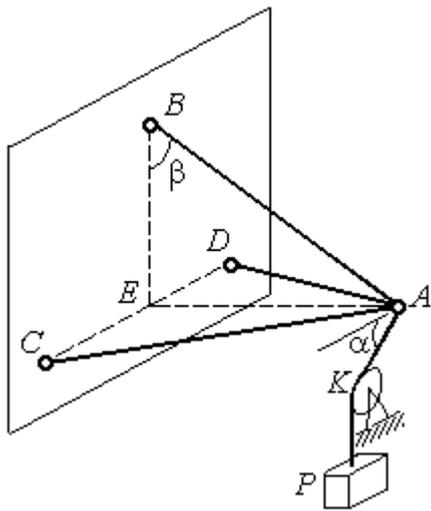


Рис. 1.15. Конструкция пространственного кронштейна

горизонтом угол $\alpha = 30^\circ$. Крепления стержней шарнирные. Углы у оснований стержней $\angle DCA = \angle CDA = 60^\circ$. Определить реакции стержней и натяжение цепи. Весами стержней пренебречь.

Решение

Рассмотрим равновесие узла A . Освобождаем узел от связей, заменяя действие связей реакциями. Реакции стержней \vec{S}_D и \vec{S}_C направлены по стержням,

реакция цепи \vec{S}_B направлена вдоль линии натянутой цепи (рис. 1.16). Реакция троса \vec{T} направлена вдоль троса по линии AK и численно равна весу груза: $T = P$. Направления реакций выбраны в предположении, что стержни и цепь растянуты.

Выберем систему координат, как показано на рис. 1.16. На узел A действует пространственная сходящаяся система сил.

Условия равновесия пространственной сходящейся системы сил $\sum F_{kx} = 0$, $\sum F_{ky} = 0$, $\sum F_{kz} = 0$, где F_{kx}, F_{ky}, F_{kz} — проекции всех сил на координатные оси. Составляем уравнения равновесия:

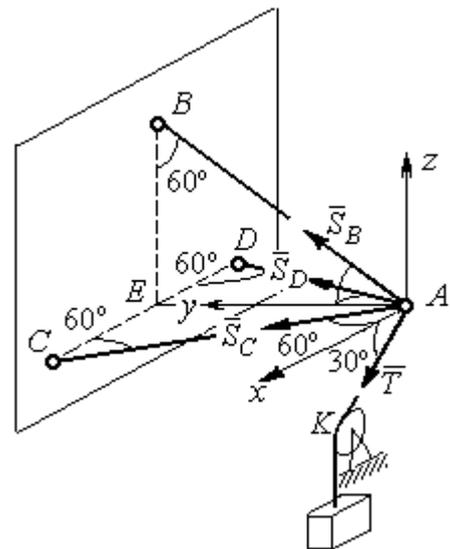


Рис. 1.16. Силы, действующие на узел A , при его равновесии

$$\sum F_{kx} = S_C \cos 60^\circ - S_D \cos 60^\circ + T \cos 30^\circ = 0;$$

$$\sum F_{ky} = S_C \cos 30^\circ + S_D \cos 30^\circ + S_B \cos 30^\circ = 0; \quad \sum F_{kz} = S_B \cos 60^\circ - T \cos 60^\circ = 0.$$

Решая эту систему, находим $S_B = T = P = 20$ кН; $S_C = -27,32$ кН; $S_D = 7,32$ кН. Знак минус величины S_C показывает, что реакция стержня AC имеет обратное направление. Натяжение цепи равно модулю реакции \vec{S}_B .

Задача 6. Подъёмное устройство (рис. 1.17) состоит из двух стержневых опор DB и DA и растяжки DC , соединённых в точке D . В точке D к устройству прикреплена вертикальная нить, удерживающая груз весом $P = 50$ кН.

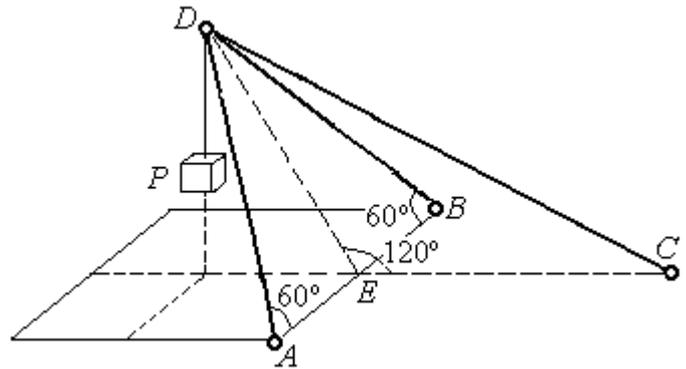


Рис. 1.17. Конструкция подъёмного устройства

Определить реакцию стержневых опор и усилие в растяжке подъёмного устройства, если крепления стержней шарнирные, угол $\angle DEC = 120^\circ$, $AE = EB$, $DE = EC$, а углы в основании опор $\angle DAB = \angle DBA = 60^\circ$.

Решение

Рассматриваем равновесие узла D . Освобождаем узел от связей, заменяя действие связей реакциями. Реакции стержней \vec{S}_A , \vec{S}_B , \vec{S}_C направлены по стержням, реакция нити \vec{T} , численно равная весу тела, направлена вдоль нити (рис. 1.18). Направление реакций выбрано в предположении, что все стержни растянуты.

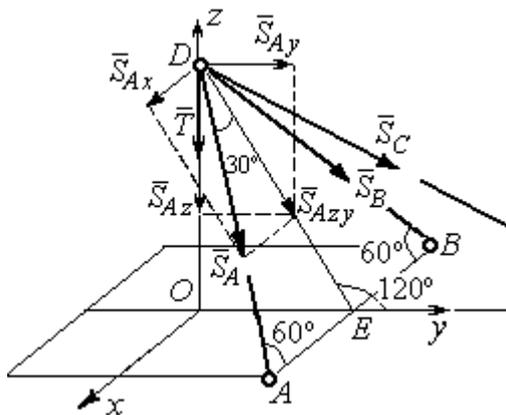


Рис. 1.18. Силы, действующие на узел D , при его равновесии

На узел D действует пространственная сходящаяся система сил. Выберем систему координат $Oxyz$, как показано на рис. 1.18, и составим уравнения равновесия. Заметим, что при определении проекции си-

составим уравнения равновесия. Заметим, что при определении проекции си-

лы \vec{S}_A на оси координат следует вначале получить её проекции \vec{S}_{Ax} на ось Ox и \vec{S}_{Azy} – на плоскость Oyz , а затем найти проекции силы \vec{S}_{Azy} на оси Oy и Oz .

На рис. 1.18 показана последовательность вычисления проекций силы \vec{S}_A на

оси координат: $S_{Ax} = S_A \cos 60^\circ$, $S_{Ay} = S_{Azy} \cos 60^\circ = S_A \cos 30^\circ \cos 60^\circ$,

$S_{Az} = -S_{Azy} \cos 30^\circ = -S_A \cos^2 30^\circ$. Определение проекций силы \vec{S}_B производится

аналогично. Сила \vec{S}_C расположена в плоскости Oyz и имеет своими проекция-

ми $S_{Cy} = S_C \cos 30^\circ$, $S_{Cz} = -S_C \cos 60^\circ$. В результате уравнения равновесия узла D

принимают вид

$$\sum F_{ky} = S_A \cos 30^\circ \cos 60^\circ + S_B \cos 30^\circ \cos 60^\circ + S_C \cos 30^\circ = 0;$$

$$\sum F_{kx} = S_A \cos 60^\circ - S_B \cos 60^\circ = 0;$$

$$\sum F_{kz} = -S_A \cos^2 30^\circ - S_B \cos^2 30^\circ - S_C \cos 60^\circ - T = 0.$$

Решая систему, получим: $S_A = S_B = -50$ кН, $S_C = 50$ кН.

Отрицательные значения S_A и S_B означают, что реакций стержней AD и DB направлены в противоположную сторону. В результате стержни AD и DB сжаты, а стержень DC растянут.

1.3. Произвольная плоская система сил

Система сил, расположенных в одной плоскости, называется **плоской системой сил**.

Алгебраическим моментом $M_O(\vec{F})$ силы \vec{F} относительно центра O , или просто **моментом силы \vec{F}** относительно центра, называют взятое с соответствующим знаком произведение модуля силы \vec{F} и кратчайшего расстояния h от центра до линии действия силы (рис. 1.19, а): $M_O(\vec{F}) = \pm Fh$. Величину h называют **плечом силы**. Единица измерения момента – Н·м. Момент считается положительным, если сила \vec{F} стремится повернуть тело вокруг центра в

направлении против хода часовой стрелки, и отрицательным – в обратном случае.

На рис. 1.19, *b* показаны знаки моментов сил \vec{F} и \vec{Q} относительно центра O : $M_O(\vec{F}) = +Fh_2$, $M_O(\vec{Q}) = -Qh_1$. Момент силы \vec{R} относительно центра O равен нулю: $M_O(\vec{R}) = 0$, так как плечо силы равно нулю.

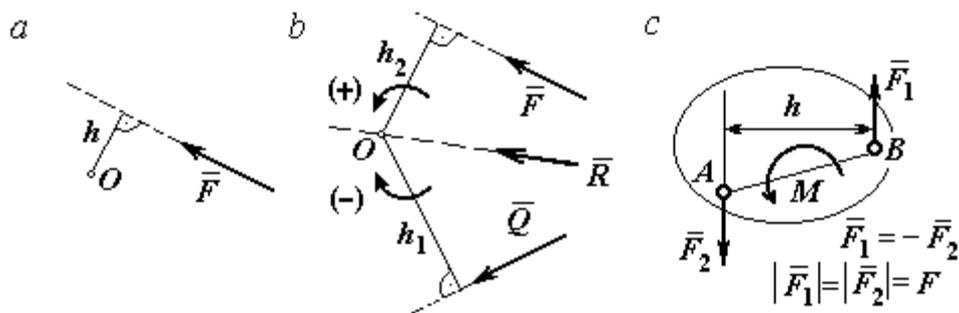


Рис. 1.19. Схемы к вычислению момента силы:
a, b – момент силы относительно центра; *c* – момент пары сил

Парой сил, или просто парой (рис.1.19, *c*), называют систему двух равных по модулю сил, параллельных, направленных в противоположные стороны и не лежащих на одной прямой. **Плечом пары** называют кратчайшее расстояние между линиями действия ее сил. Алгебраическим моментом пары сил, или **моментом пары**, называют взятое со знаком плюс или минус произведение модуля одной из сил пары и плеча пары. Правило знаков такое же, как и для момента силы. Пара сил, показанная на рис. 1.19, *c*, имеет плечо h и момент M : $M = F_1h = F_2h$. Поскольку пара сил характеризуется только ее моментом, на схемах пару часто изображают дуговой стрелкой, показывающей направление поворота твердого тела под действием пары (см. M на рис. 1.19, *c*).

Жесткая заделка. Такая связь (рис. 1.20) препятствует не только линейным перемещениям тела, но и повороту. Реакция жесткой заделки состоит из силы

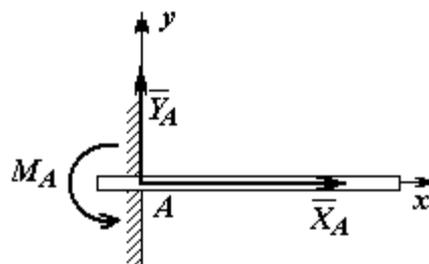


Рис. 1.20. Реакция жесткой заделки

реакции \vec{R}_A и пары сил с моментом M_A . Силу реакции жесткой заделки \vec{R}_A изображают ее составляющими \vec{X}_A и \vec{Y}_A , направленными вдоль координатных осей (см. рис. 1.20). Величина силы реакции \vec{R}_A определяется по формуле: $R_A = \sqrt{X_A^2 + Y_A^2}$.

При вычислении моментов сил часто применяют **теорему Вариньона** о том, что момент равнодействующей системы сил относительно любого центра равен сумме моментов всех сил этой системы относительно того же центра. На

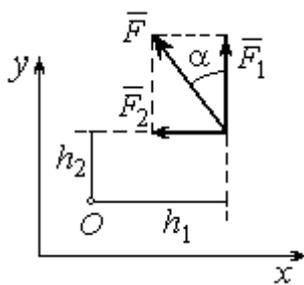


Рис.1.21. Применение теоремы Вариньона

рис. 1.21 показана схема применения теоремы Вариньона. Силу \vec{F} раскладываем на составляющие \vec{F}_1 , \vec{F}_2 , направленные вдоль координатных осей так, что имеет место равенство $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$. Численно составляющие \vec{F}_1 и \vec{F}_2 равны проекциям силы \vec{F} на координатные оси: $F_1 = F \cos \alpha$, $F_2 = F \sin \alpha$. Для каждой из составляющих находим плечи h_1 и h_2 относительно

центра O . Тогда (с учётом знаков) момент силы \vec{F} относительно центра O : $M_O(\vec{F}) = M_O(\vec{F}_1) + M_O(\vec{F}_2) = F_1 h_1 + F_2 h_2$.

Распределённая нагрузка. Силы, приложенные непрерывно вдоль некоторой поверхности, называются **распределёнными**. Распределённая нагрузка характеризуется интенсивностью q . Интенсивность нагрузки, равномерно распределённой вдоль прямой, измеряется в Н/м. На рис. 1.22 приведена плоская система сил, равномерно распределённых вдоль прямой. Равнодействующая \vec{Q} сил, равномерно распределённых вдоль прямой, приложена в середине отрезка действия распределённой нагрузки и по модулю равна про-

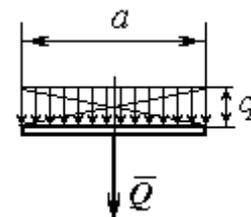


Рис. 1.22. Нагрузка, равномерно распределённая по прямой

и по модулю равна про-

изведению интенсивности нагрузки на длину её действия: $Q = qa$, где a – длина отрезка действия распределённой нагрузки.

Основная форма условий равновесия плоской системы сил. Для равновесия плоской системы сил необходимо и достаточно, чтобы суммы проекций всех сил на каждую из двух осей прямоугольной системы координат, расположенной в плоскости действия сил, были равны нулю и сумма моментов сил относительно любого центра, находящегося в плоскости действия сил, была равна нулю:

$$\sum F_{kx} = 0, \quad \sum F_{ky} = 0, \quad \sum M_A(\vec{F}_k) = 0,$$

где F_{kx}, F_{ky} – проекции всех сил на координатные оси; $M_A(\vec{F}_k)$ – моменты всех сил относительно произвольно выбранного центра A .

Примеры решения задач на равновесие произвольной плоской системы сил

Задача 7. Однородная балка AB весом $P = 100$ кН прикреплена к стене шарниром A (рис.1.23). Балка удерживается под углом 60° к вертикали при помощи троса, прикреплённого к балке в точке B , перекинутого через блок D и несущего груз Q . Участок троса DB образует с вертикалью угол 30° . В точке C к балке подвешен груз G весом $G = 200$ кН. Определить вес груза Q , удерживающий балку в равновесии, и реакцию шарнира A , пренебрегая трением в блоке, если расстояние $BC = 0,25BA$.

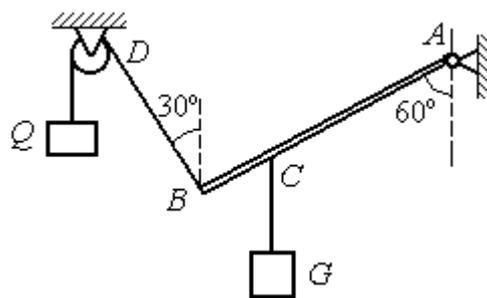


Рис. 1.23. Равновесие балки

Решение

Объектом равновесия является балка AB . На балку действуют сила тяжести \vec{P} , приложенная в середине отрезка AB , реакция шарнира A , представлен-

ная в виде двух составляющих \vec{X}_A и \vec{Y}_A , направленных вдоль координатных осей, реакция \vec{T}_1 нити, удерживающей груз Q , и реакция \vec{T}_2 нити, удерживающей груз G . Направления сил и реакций связей показаны на рис. 1.24.

Силы – \vec{T}_1 , \vec{T}_2 , \vec{P} , \vec{X}_A , \vec{Y}_A , действующие на балку, составляют произвольную плоскую систему. Условия равновесия произвольной плоской системы сил:

$$\sum F_{kx} = 0; \sum F_{ky} = 0; \sum M_A(\vec{F}_k) = 0.$$

Выберем систему координат xAy , как показано на рис. 1.24.

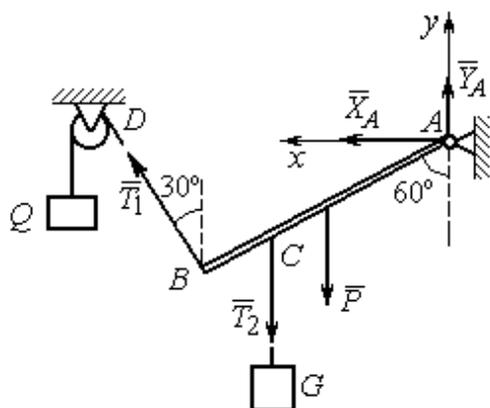


Рис. 1.24. Внешние силы и реакции связей при равновесии балки

Первые два уравнения равновесия имеют вид

$$\sum F_{kx} = X_A + T_1 \cos 60^\circ = 0;$$

$$\sum F_{ky} = Y_A + T_1 \cos 30^\circ - T_2 - P = 0.$$

Выберем центром точку A и будем вычислять моменты сил относительно этого центра. Обозначим (для удобства записи) длину $AB = \ell$. Условие равновесия балки в форме равенства нулю суммы моментов сил относительно центра A имеет вид

$$\sum M_A(\vec{F}_k) = -T_1 \ell + T_2 \frac{3}{4} \ell \cos 30^\circ + P \frac{1}{2} \ell \cos 30^\circ = 0.$$

Подставим данные из условия задачи, с учётом, что реакция нити, удерживающей груз Q , по модулю равна весу этого груза: $T_1 = Q$, а реакция нити, удерживающей груз G , численно равна весу груза G : $T_2 = G$.

Получим систему уравнений:

$$X_A + Q \cdot 0,5 = 0, \quad Y_A + Q \cdot 0,866 - 300 = 0, \quad -Q + 173,2 = 0.$$

Решая систему, найдём $Q = 173,2$ кН, $X_A = -86,6$ кН, $Y_A = 150,01$ кН.

Задача 8. Рама ACE (рис. 1.25, a) в точке A закреплена на цилиндрической шарнирной опоре, а в точке B поддерживается вертикальным невесомым стержнем BK . На раму действуют: пара сил с моментом $M = 8 \text{ кН}\cdot\text{м}$, сила \vec{F} , равная по модулю $F = 10 \text{ кН}$, приложенная в точке D под углом 60° к раме, и равномерно распределенная на отрезке AB нагрузка интенсивностью $q = 2 \text{ кН/м}$. В точке E под прямым углом к отрезку CE рамы прикреплен трос, переброшенный через блок и несущий груз $P = 20 \text{ кН}$.

Пренебрегая весом балки, определить реакцию шарнира A и реакцию стержневой опоры BK , если $a = 2 \text{ м}$.

Решение

Рассмотрим равновесие рамы ACE . Выбираем систему координат xAy , например, как показано на рис. 1.25, b .

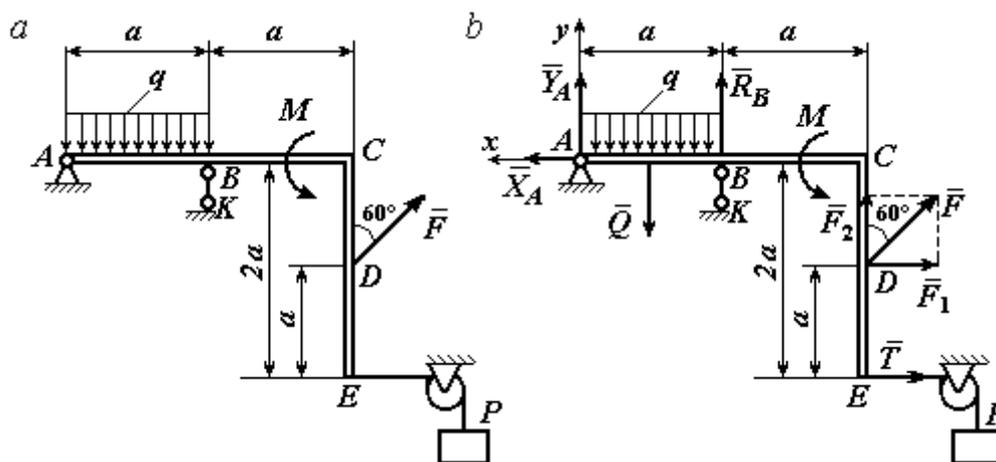


Рис. 1.25. Равновесие рамы:
 a – конструкция и нагрузка рамы; b – внешние силы и реакции связей при равновесии рамы

Заменяем действие связей их реакциями. Изображаем реакцию \vec{R}_A шарнира A двумя ее составляющими \vec{X}_A и \vec{Y}_A , направленными, соответственно, вдоль горизонтальной оси Ax и вертикальной Ay . Реакция \vec{R}_B невесомой стержневой опоры BK приложена в точке B и направлена вдоль стержня BK . Действие груза P на раму изображается реакцией троса \vec{T} , модуль которой ра-

вен весу груза $T = P$. Заменяем распределенную нагрузку её равнодействующей \vec{Q} . Сила \vec{Q} приложена в середине отрезка AB и численно равна: $Q = qa = 2 \cdot 2 = 4$ кН. На рис. 1.25, *b* показано направление внешних сил и реакций при равновесии рамы. Направление реакции стержневой опоры BK выбрано в предположении, что стержень сжимается.

При равновесии рамы ACE действующие на неё силы составляют уравновешенную произвольную плоскую систему сил $(\vec{Q}, \vec{F}, \vec{X}_A, \vec{Y}_A, \vec{R}_B, \vec{T}, M) \sim 0$. Условия равновесия имеют вид $\sum F_{kx} = 0$; $\sum F_{ky} = 0$; $\sum M_A(\vec{F}_k) = 0$. Вычисляя проекции сил на оси Ax, Ay , первые два уравнения из условий равновесия получим в виде:

$$\sum F_{kx} = X_A - F \cos 30^\circ - T = 0; \quad \sum F_{ky} = Y_A - Q + R_B + F \cos 60^\circ = 0. \quad (1.1)$$

При составлении третьего уравнения моменты сил будем вычислять относительно центра A . В этом случае линии действия сил \vec{X}_A и \vec{Y}_A , составляющих реакцию шарнира A , проходят через центр A , плечи сил равны нулю, и, следовательно, моменты этих сил относительно данного центра равны нулю: $M_A(\vec{X}_A) = 0$, $M_A(\vec{Y}_A) = 0$.

При определении момента силы \vec{F} удобнее воспользоваться теоремой Вариньона. С этой целью представим вектор силы \vec{F} как равнодействующую двух сил \vec{F}_1 и \vec{F}_2 , параллельных осям Ax и Ay : $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$ (см. рис. 1.25, *b*). Величины сил \vec{F}_1 и \vec{F}_2 определяются как проекции силы F на оси координат: $F_1 = F \cos 30^\circ$, $F_2 = F \cos 60^\circ$. По теореме Вариньона момент силы \vec{F} относительно центра A равен сумме моментов сил \vec{F}_1 и \vec{F}_2 относительно того же центра A : $M_A(\vec{F}) = M_A(\vec{F}_1) + M_A(\vec{F}_2) = F_1 \cdot a + F_2 \cdot 2a$.

В результате уравнение равновесия в форме моментов имеет вид

$$\sum M_A(\vec{F}_k) = -Q \cdot 0,5a + R_B a + M + F \cos 60^\circ \cdot 2a + F \cos 30^\circ \cdot a + T 2a = 0. \quad (1.2)$$

Подставляя в уравнения равновесия (1.1), (1.2) численные значения из условий задачи, получим систему уравнений относительно неизвестных X_A, Y_A, R_B . Решая эту систему, найдем: $X_A = 28,66$ кН; $Y_A = 59,66$ кН; $R_B = -60,66$ кН.

Отрицательное значение величины R_B означает, что фактическое направление реакции \vec{R}_B стержневой опоры BK противоположно направлению, показанному на рис. 1.25, *b*, т. е. стержень BK растягивается. Реакция шарнирной опоры A – сила \vec{R}_A – находится как геометрическая (векторная) сумма сил \vec{X}_A и \vec{Y}_A .

Величина реакции $R_A = \sqrt{X_A^2 + Y_A^2} = \sqrt{28,66^2 + 59,66^2} = 66,18$ кН.

Задача 9. Прямоугольная рама $ABCED$

(рис. 1.26) в точке A закреплена жёсткой заделкой. В точке E к раме прикреплена нить, составляющая угол 60° к горизонту. Другой конец нити, переброшенный через невесомый блок, несёт груз весом $P = 15$ кН. На раму

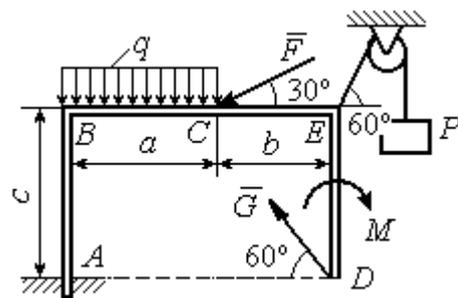


Рис. 1.26. Конструкция рамы

действуют: пара сил с моментом $M = 12$ кН·м, сила \vec{F} , равная по модулю $F = 10$ кН, приложенная в точке C под углом 30° к горизонтальному участку рамы BE , и равномерно распределенная на отрезке BC нагрузка интенсивностью $q = 2$ кН/м. В точке D под углом 60° к горизонту на раму действует сила \vec{G} , численно равная 20 кН.

Пренебрегая весом рамы, определить реакцию жесткой заделки в точке A , если размеры рамы: $a = 2$ м, $b = 1$ м, $c = 5$ м.

Решение

Объектом равновесия является рама $ABCED$. Связями в данной конструкции являются жесткая заделка рамы в точке A и нить, натянутая грузом P . Заменяем действие связей их реакциями. Изображаем реакцию жесткой заделки в точке A в виде силы, которую представим двумя ее составляющими $-\vec{X}_A$ и

\vec{Y}_A , и парой сил с моментом M_A (рис. 1.27). Реакция нити \vec{T} , приложенная к раме в точке E , направлена вдоль нити и численно равна весу груза $T = P$. За-

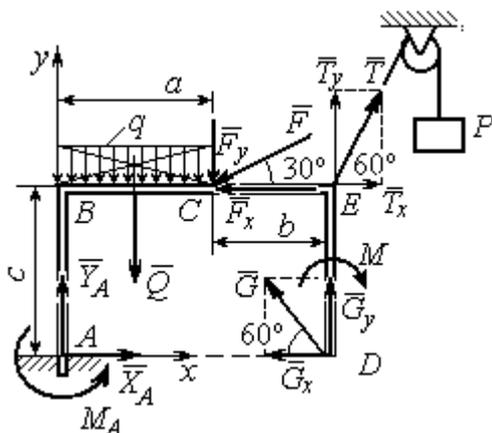


Рис. 1.27. Внешние силы и реакции связей при равновесии рамы

меняем распределенную нагрузку её равнодействующей \vec{Q} . Сила \vec{Q} приложена в середине отрезка AB и численно равна: $Q = qa = 4$ кН.

Действующие на раму силы составляют уравновешенную произвольную плоскую систему сил: $(\vec{Q}, \vec{F}, \vec{X}_A, \vec{Y}_A, \vec{G}, \vec{T}, M) \sim 0$.

Условия равновесия для такой системы

сил: $\sum F_{kx} = 0$; $\sum F_{ky} = 0$; $\sum M_A(\vec{F}_k) = 0$.

Выбираем систему координат xAy , например, как показано на рис. 1.27, и составляем уравнения равновесия:

$$\sum F_{kx} = X_A - F\cos 30^\circ + T\cos 60^\circ - G\cos 60^\circ = 0; \quad (3)$$

$$\sum F_{ky} = Y_A - Q - F\cos 60^\circ + T\cos 30^\circ + G\cos 30^\circ = 0. \quad (4)$$

Моменты сил будем вычислять относительно центра A . В этом случае моменты сил \vec{X}_A и \vec{Y}_A равны нулю: $M_A(\vec{X}_A) = 0$; $M_A(\vec{Y}_A) = 0$.

При определении момента силы \vec{F} удобно воспользоваться теоремой Вариньона. С этой целью представим вектор силы \vec{F} как равнодействующую двух сил \vec{F}_x и \vec{F}_y , параллельных осям Ax и Ay : $\vec{F} = \vec{F}_x + \vec{F}_y$ (см. рис. 1.27). Величины сил \vec{F}_x и \vec{F}_y определяются как проекции силы \vec{F} на оси координат: $F_x = F\cos 30^\circ$, $F_y = F\cos 60^\circ$. Плечо вектора силы \vec{F}_x относительно центра A равно c (как длина перпендикуляра, проведённого из центра A на линию действия силы \vec{F}_x), плечом силы \vec{F}_y является расстояние a . По теореме Вариньона

момент силы \vec{F} относительно центра A равен алгебраической сумме моментов сил \vec{F}_x и \vec{F}_y относительно того же центра:

$$M_A(\vec{F}) = M_A(\vec{F}_x) + M_A(\vec{F}_y) = F_x \cdot c - F_y \cdot a = F \cos 30^\circ \cdot c - F \cos 60^\circ \cdot a.$$

Аналогично вычисляем моменты сил \vec{G} и \vec{T} : $M_A(\vec{G}) = G \cos 30^\circ \cdot (a + b)$;

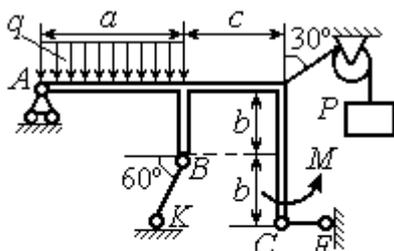
$M_A(\vec{T}) = -T \cos 60^\circ \cdot c + T \cos 30^\circ \cdot (a + b)$. В результате уравнение моментов имеет вид:

$$\begin{aligned} \sum M_A(\vec{F}_k) = F \cos 30^\circ \cdot c - F \cos 60^\circ \cdot a - T \cos 60^\circ \cdot c + T \cos 30^\circ \cdot (a + b) + \\ + G \cos 30^\circ \cdot (a + b) - Q \frac{a}{2} - M + M_A = 0. \end{aligned} \quad (1.5)$$

Подставляя в уравнения равновесия (1.3) – (1.5) численные значения из условий задачи, получим систему уравнений относительно неизвестных X_A, Y_A, M_A , откуда найдём значения реакций: $X_A = 11,16$ кН; $Y_A = -21,31$ кН; $M_A = -70,73$ Н·м. Знаки показывают, что составляющая \vec{Y}_A силы реакции жёсткой заделки и момент реакции M_A направлены в противоположную сторону. Величина силы реакции жёсткой заделки $R_A = \sqrt{X_A^2 + Y_A^2} = 24,05$ кН.

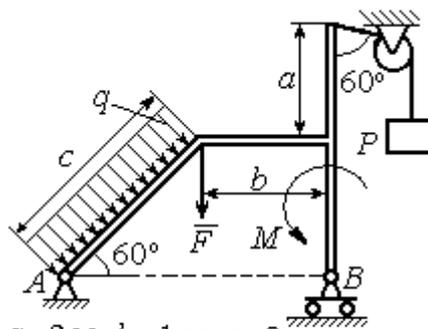
Упражнения

Упражнение 1.1



$a = 3$ м, $b = 1$ м, $c = 2$ м,
 $P = 15$ кН, $M = 3$ кНм, $q = 5$ кН/м.
 Найти реакцию стержней BK, CE
 и реакцию шарнира A

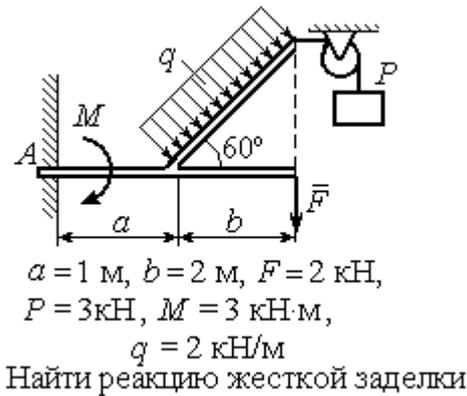
Упражнение 1.2



$a = 2$ м, $b = 1$ м, $c = 3$ м,
 $M = 3$ кНм, $q = 3$ кН/м,
 $P = 2$ кН, $F = 4$ кН.
 Найти реакцию шарниров A и B

Рис. 1.28. Задания для самостоятельного решения. Упражнения 1.1, 1.2

Упражнение 1.3



Упражнение 1.4

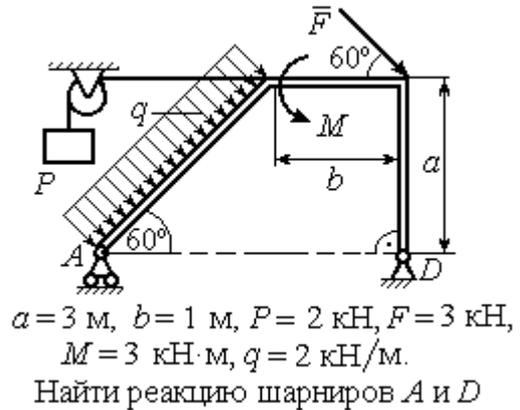


Рис. 1.29. Задания для самостоятельного решения. Упражнения 1.3, 1.4

1.4. Равновесие систем тел

Связи, соединяющие части конструкции, называются **внутренними** в отличие от **внешних** связей, скрепляющих конструкцию с внешними телами, не входящими в данную конструкцию.

Одним из способов решения задач на равновесие сил, действующих на сочленённую конструкцию, является **разбиение конструкции на отдельные тела** и составление уравнений равновесия для каждого из тел, входящих в конструкцию. В уравнения равновесия будут входить только силы, непосредственно приложенные к телу, равновесие которого рассматривается. **При этом реакции внутренних связей, приложенные к разным телам, будут попарно равны по модулю и противоположны по направлению.**

Примеры решения задач на равновесие систем тел

Задача 10. Диск весом $Q = 100 \text{ кН}$ опирается на вертикальную стенку и на наклонную балку AB . На диск действует сила \vec{F} , равная по величине 50 кН (рис. 1.30). Линия действия силы \vec{F} проходит через центр диска под углом 30° к его вертикальному диаметру.

Однородная балка AB весом $G = 80$ кН закреплена в точке A шарнирно и удерживается под углом 60° к стене при помощи вертикального троса, один конец которого закреплён на балке в точке B , а другой – переброшен через блок и несёт груз весом P . Определить давление диска на стенку и на балку, реакцию шарнира A и вес груза P , удерживающий конструкцию в равновесии, если длина балки AB $\ell = 6$ м, радиус диска $r = 1$ м.

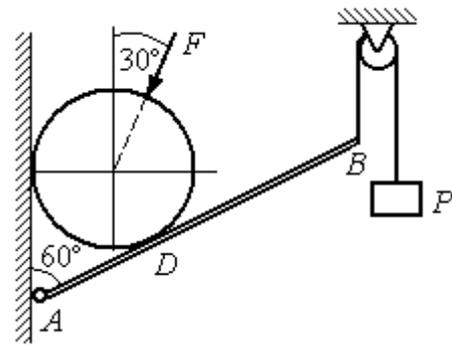


Рис. 1.30. Равновесие составной конструкции

Решение

Объект равновесия включает балку и диск и представляет собой составную конструкцию. Опора диска на балку в точке D является внутренней связью конструкции. Рассмотрим равновесие диска и балки отдельно.

Освобождаем диск от связей. На диск действует сила веса \vec{Q} , сила \vec{F} и

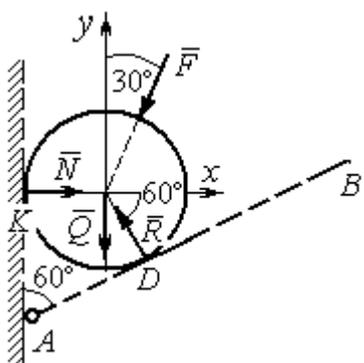


Рис. 1.31. Внешние силы и реакции связей при равновесии диска

реакции \vec{N} и \vec{R} опор диска на стену в точке K и на балку в точке D (рис. 1.31). Силы, приложенные к диску, составляют плоскую систему сходящихся сил. Выберем систему координат, как показано на рис. 1.31, и составим уравнения равновесия:

$$\sum F_{kx} = -F \cos 60^\circ - R \cos 60^\circ + N = 0; \quad (1.6)$$

$$\sum F_{ky} = -F \cos 30^\circ + R \cos 30^\circ - Q = 0. \quad (1.7)$$

Рассмотрим равновесие балки AB (рис. 1.32).

На балку действуют сила тяжести \vec{G} , реакция шарнира A , (на рис. 1.32 показано её разложение на составляющие \vec{X}_A и \vec{Y}_A), реакция нити \vec{T} , численно равная весу груза P , и сила \vec{R}' давления диска на балку. Сила давления \vec{R}' про-

тнвоположна реакции \vec{R} опоры диска на балку и численно равна ей. Система сил ($\vec{X}_A, \vec{Y}_A, \vec{G}, \vec{T}, \vec{R}'$), действующих на балку, является произвольной плоской. Условия равновесия такой системы сил: $\sum F_{kx} = 0$;

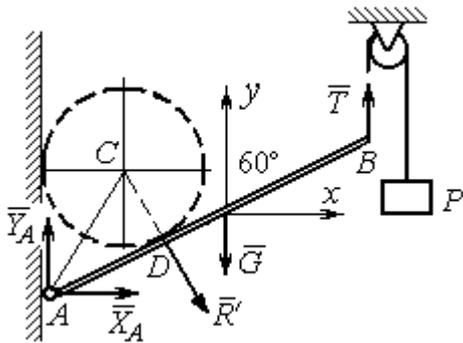


Рис. 1.32. Силы, действующие на балку, при равновесии

$\sum F_{ky} = 0$; $\sum M_A(\vec{F}_k) = 0$.

Выберем оси, как показано на рис. 1.32, и составим уравнения равновесия, полагая точку A центром, относительно которого производятся вычисления моментов сил:

$$\sum F_{kx} = X_A + R' \cos 60^\circ = 0, \quad (1.8)$$

$$\sum F_{ky} = Y_A - R' \cos 30^\circ - G + T = 0, \quad (1.9)$$

$$\sum M_A(\vec{F}_k) = -R' \cdot AD - G \cdot \frac{\ell}{2} \cos 30^\circ + T \ell \cos 30^\circ = 0. \quad (1.10)$$

Добавив к уравнениям (1.8) – (1.10) равновесия балки AB уравнения (1.6), (1.7) равновесия диска с учётом, что $R' = R$, получим систему пяти уравнений с пятью неизвестными. Подставляя данные из условия задачи и решая совместную систему, найдём: $R = 165,47$ кН; $N = 107,74$ кН; $P = 95,26$ кН; $X_A = -82,73$ кН; $Y_A = 128,03$ кН.

Сила давления диска на стену равна модулю реакции опоры \vec{N} и направлена в противоположную сторону, сила давления диска на балку равна \vec{R}' .

Задача 11. Кронштейн состоит из горизонтальной балки AD , прикрепленной к вертикальной стене в точке A , и откоса BC , соединённого с балкой AD в точке C под углом

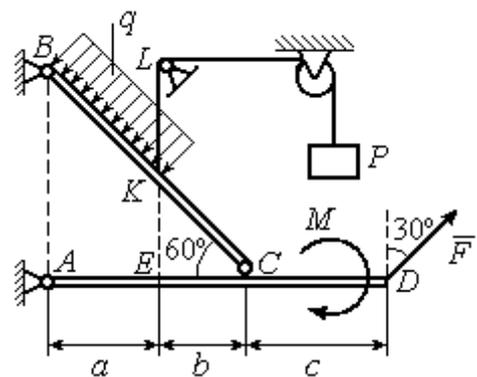


Рис.1.33. Равновесие кронштейна как сочленённой конструкции

60° и прикреплённого к вертикальной стене в точке B (рис. 1.33). Все соедине-

ния шарнирные. На конструкцию действуют сила \vec{F} , приложенная в точке D под углом 30° к вертикали и равная по модулю $F=10$ кН, пара сил с моментом $M=8$ кН·м и равномерно распределенная на отрезке BK нагрузка интенсивностью $q=3$ кН/м. В точке K к балке BC прикреплена нить, другой конец которой, переброшенный через невесомые блоки, несёт груз весом $P=5$ кН (см. рис. 1.33).

Определить реакции шарниров A , B и C , если $a=2$ м, $b=1$ м, $c=3$ м, а на отрезке KL нить натянута вертикально.

Решение

Рассмотрим равновесие каждой из составных частей конструкции – балки BC и балки AD . Освобождаем балки от связей и заменяем их реакциями (рис. 1.34).

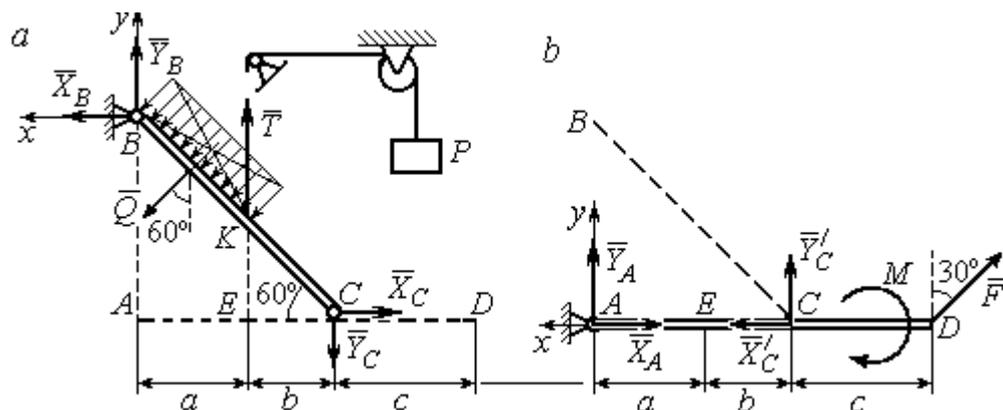


Рис. 1.34. Равновесие элементов конструкции кранштейна:
 а - силы, действующие на балку BC ; б - силы, действующие на балку AD

На рис. 1.34, а показаны реакции внешних и внутренних связей балки BC : реакция \vec{R}_B шарнира B , реакция нити \vec{T} , равная по величине весу груза, $T=P$ и реакция \vec{R}_C внутреннего шарнира C . Реакции шарниров B и C представлены в виде разложения на составляющие \vec{X}_B , \vec{Y}_B и \vec{X}_C , \vec{Y}_C . Заменяем равномерную нагрузку равнодействующей силой \vec{Q} , приложенной в середине отрезка BK (см. рис. 1.34, а) и численно равной $Q=q \cdot BK = q \cdot \frac{a}{\cos 60^\circ} = q \cdot 2a$.

Система сил $(\vec{Q}, \vec{X}_B, \vec{Y}_B, \vec{X}_C, \vec{Y}_C, \vec{T})$, действующая на балку BC , является произвольной плоской уравновешенной системой сил. Выберем оси координат xBy , как показано на рис. 1.34, a , и составим уравнения равновесия. При этом моменты сил будем вычислять относительно центра C :

$$\sum F_{kx} = X_B + Q\cos 30^\circ - X_C = 0; \quad (1.11)$$

$$\sum F_{ky} = Y_B - Q\cos 60^\circ + T - Y_C = 0; \quad (1.12)$$

$$\sum M_C(\vec{F}_k) = X_B \cdot AB - Y_B(a+b) - Tb + Q\left(CK + \frac{1}{2}BK\right) = 0, \quad (1.13)$$

где $AB = (a+b)\operatorname{tg}60^\circ$; $CK = 2b$; $\frac{1}{2}BK = a$.

Рассмотрим равновесие балки AD (рис. 1.34, b).

На балку действует сила \vec{F} , реакция \vec{R}_A шарнира A и реакция \vec{R}'_C внутреннего шарнира C . Реакция \vec{R}'_C равна по величине и противоположна по направлению реакции \vec{R}_C . На рис. 1.34, b реакция \vec{R}_A представлена составляющими \vec{X}_A и \vec{Y}_A , реакция \vec{R}'_C – составляющими \vec{X}'_C и \vec{Y}'_C . При этом следует отметить: $\vec{X}'_C = -\vec{X}_C$; $\vec{Y}'_C = -\vec{Y}_C$.

Выберем оси координат xAy как показано на рис. 1.34, b , и составим уравнения равновесия балки AD , вычисляя моменты сил относительно центра C :

$$\sum F_{kx} = -X_A + X'_C - F\cos 60^\circ = 0; \quad (1.14)$$

$$\sum F_{ky} = Y_A + Y'_C + F\cos 30^\circ = 0; \quad (1.15)$$

$$\sum M_C(\vec{F}_k) = -Y_A(a+b) + F\cos 30^\circ \cdot c - M = 0. \quad (1.16)$$

Решая совместно систему уравнений (1.11) – (1.16) с учётом исходных данных задачи и равенства модулей сил $X_C = X'_C$ и $Y_C = Y'_C$, находим:

$$X_A = 5,99 \text{ кН}, Y_A = 5,99 \text{ кН}, X_C = 10,99 \text{ кН}, Y_C = -14,65 \text{ кН};$$

$$X_B = 0,6 \text{ кН}, Y_B = -13,65 \text{ кН},$$

$$R_A = \sqrt{X_A^2 + Y_A^2} = 8,47 \text{ кН}, \quad R_C = \sqrt{X_C^2 + Y_C^2} = 18,31 \text{ кН},$$

$$R_B = \sqrt{X_B^2 + Y_B^2} = 13,65 \text{ кН}.$$

Задача 12. Вертикальная балка AB с горизонтальной переключиной LC

закреплена в точке A с помощью жесткой заделки (рис. 1.35). Наклонная балка EC с углом наклона к горизонту 60° в точке C шарнирно прикреплена к горизонтальной переключиной LC балки AB , а в точке E опирается на каток установленный на горизонтальной поверхности. На конструкцию действуют равномерно распределенная на отрезках BL и DE нагрузка с одинаковой интенсивностью $q = 2 \text{ кН/м}$, сила \vec{F} , приложенная в точке D перпендикулярно балке EC и равная по величине $F = 10 \text{ кН}$, и пара сил с моментом $M = 5 \text{ кН}\cdot\text{м}$. Определить реакцию жесткой заделки A и реакции шарниров C и E , если параметр a , определяющий размеры конструкции, равен $a = 2 \text{ м}$.

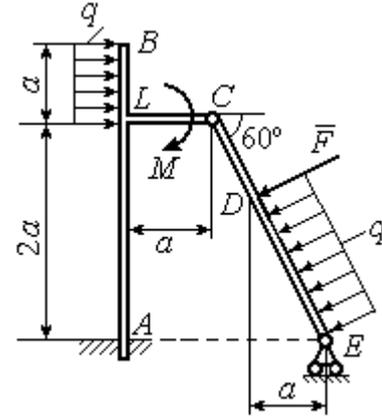


Рис. 1.35. Равновесие сочленённой конструкции

Решение

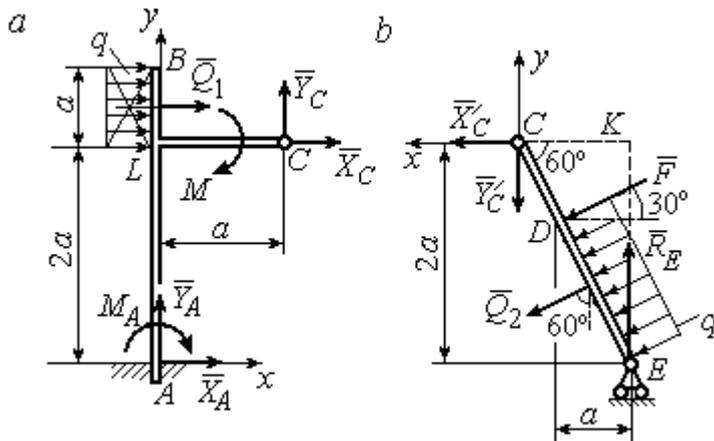


Рис. 1.36. Равновесие элементов конструкции:
 а - силы и реакции связей, действующие на балку AB ;
 б - силы и реакции связей, действующие на балку CE

но равной $Q_1 = qa = 4 \text{ кН}$. На балку действует сила \vec{Q}_1 , пара сил с моментом M и реакции связей – жёсткой заделки в точке A и шарнира C .

Разделим систему на две части по шарниру C и рассмотрим равновесие балок ABC и EC отдельно.

Рассмотрим балку ABC (рис. 1.36, а). Заменяем распределенную нагрузку эквивалентной силой \vec{Q}_1 , численно

На рис. 1.36, *a* изображена реакция жесткой заделки в точке *A* в виде силы, разложенной на составляющие \vec{X}_A, \vec{Y}_A , и пары с моментом M_A . Реакция \vec{R}_C шарнира *C* показана разложением на составляющие \vec{X}_C, \vec{Y}_C . Силы образуют произвольную плоскую систему.

Введём систему координат, как показано на рис. 1.36, *a*, и составим уравнения равновесия балки, выбрав центром вычисления моментов сил точку *A*.

Имеем систему

$$\sum F_{kx} = X_A + Q_1 + X_C = 0; \quad \sum F_{ky} = Y_A + Y_C = 0; \quad (1.17)$$

$$\sum M_A(\vec{F}_k) = -M_A - Q_1 \cdot \left(2a + \frac{a}{2}\right) - M + Y_C a - X_C 2a = 0. \quad (1.18)$$

Рассмотрим теперь равновесие балки *EC* (рис. 1.36, *b*). Заменяем распределённую нагрузку эквивалентной силой \vec{Q}_2 , приложенной в середине отрезка *ED* и равной $Q_2 = \frac{qa}{\cos 60^\circ} = q \cdot 2a = 8 \text{ кН}$. На балку действуют силы \vec{Q}_2, \vec{F} , реакция \vec{R}_E подвижной опоры – катка *E* и реакция \vec{R}'_C шарнира *C*. На рис. 1.36, *b* реакция \vec{R}'_C показана в виде разложения на составляющие \vec{X}'_C, \vec{Y}'_C . При этом силы \vec{X}'_C, \vec{Y}'_C направлены противоположно силам \vec{X}_C, \vec{Y}_C и равны им по модулю: $X_C = X'_C$; $Y_C = Y'_C$ (см. рис. 1.36, *a, b*).

Действующие на балку *EC* силы образуют уравновешенную произвольную плоскую систему сил. Выберем систему координат, как показано на рис. 1.36, *b*, и составим уравнения равновесия, вычисляя моменты сил относительно центра *C*. Получим:

$$\sum F_{kx} = Q_2 \sin 60^\circ + F \cos 30^\circ + \vec{X}'_C = 0, \quad (1.19)$$

$$\sum F_{ky} = R_E - Q_2 \cos 60^\circ - F \sin 30^\circ - Y'_C = 0, \quad (1.20)$$

$$\sum M_C(\vec{F}_k) = -F \cdot \left(\frac{2a}{\cos 30^\circ} - 2a\right) - Q_2 \cdot \left(\frac{2a}{\cos 30^\circ} - a\right) + R_E \cdot 2a \operatorname{tg} 30^\circ = 0. \quad (1.21)$$

Подставим в совместную систему (1.17) – (1.21) исходные данные задачи и, воспользовавшись тем, что модули сил \vec{X}_C , \vec{Y}_C и \vec{X}'_C , \vec{Y}'_C равны, найдём:

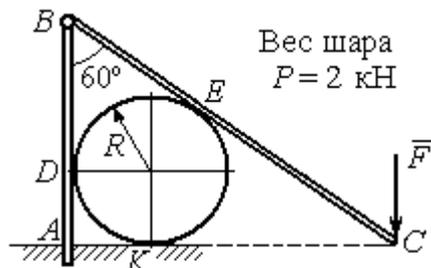
$$X_A = 11,59 \text{ кН}; \quad Y_A = -2,76 \text{ кН}; \quad M_A = 42,87 \text{ кН}\cdot\text{м};$$

$$X_C = -15,59 \text{ кН}; \quad Y_C = 2,76 \text{ кН}; \quad R_E = 11,76 \text{ кН}.$$

Полные величины сил реакции жесткой заделки и взаимного давления в шарнире C : $R_A = \sqrt{X_A^2 + Y_A^2} = 11,91 \text{ кН}$; $R_C = \sqrt{X_C^2 + Y_C^2} = 15,83 \text{ кН}$.

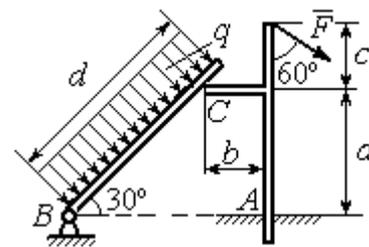
Упражнения

Упражнение 1.5



$R = 1 \text{ м}$, $F = 8 \text{ кН}$.
Найти реакцию жесткой заделки в точке A , реакцию шарнира B , реакцию опоры шара в точках D , K , E

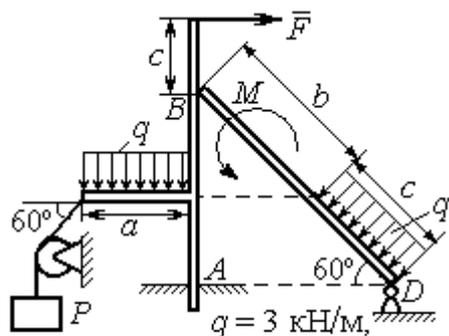
Упражнение 1.6



$a = 2 \text{ м}$, $b = 1 \text{ м}$, $c = 1 \text{ м}$, $d = 5 \text{ м}$,
 $q = 3 \text{ кН/м}$, $F = 4 \text{ кН}$.

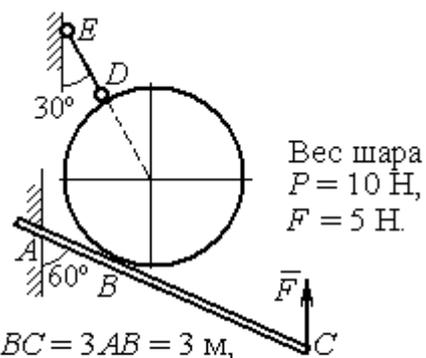
Найти реакцию жесткой заделки в точке A , реакцию шарнира B и реакцию опоры в точке C

Упражнение 1.7



$q = 3 \text{ кН/м}$,
 $F = 4 \text{ кН}$, $P = 3 \text{ кН}$, $M = 2 \text{ кН}\cdot\text{м}$,
 $a = 2 \text{ м}$, $b = 3 \text{ м}$, $c = 1 \text{ м}$
Найти реакцию заделки A , шарнира D и реакцию опоры B

Упражнение 1.8



$BC = 3AB = 3 \text{ м}$,
Найти реакцию жесткой заделки A , реакцию стержня DE и реакцию опоры в точке B

Рис. 1.37. Задания для самостоятельного решения. Упражнения 1.5 – 1.8

1.5. Произвольная пространственная система сил

Моментом силы относительно оси называют момент вектора проекции этой силы на плоскость, перпендикулярную оси, относительно точки пересечения

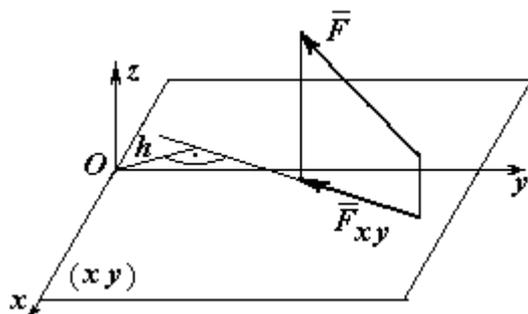


Рис. 1.38. Момент силы относительно оси

оси с плоскостью. На рис. 1.38 показано вычисление момента силы \vec{F} относительно оси z :

$$M_z(\vec{F}) = M_O(\vec{F}_{xy}) = F_{xy}h,$$

где O – точка пересечения оси z с плоскостью xy , перпендикулярной оси z ;

\vec{F}_{xy} – вектор проекции силы \vec{F} на плос-

кость xy ; h – плечо силы \vec{F}_{xy} относительно центра O . Момент силы относительно оси считается положительным, если при взгляде с положительного направления оси он создаёт вращение против хода часовой стрелки.

Равновесие пространственной системы сил. Для равновесия пространственной системы сил необходимо и достаточно, чтобы суммы проекций всех сил на оси прямоугольной системы координат x, y, z были равны нулю и суммы моментов всех сил относительно тех же осей также были равны нулю:

$$\sum F_{kx} = 0; \sum F_{ky} = 0; \sum F_{kz} = 0;$$

$$\sum M_x(\vec{F}_k) = 0; \sum M_y(\vec{F}_k) = 0; \sum M_z(\vec{F}_k) = 0,$$

где F_{kx}, F_{ky}, F_{kz} – проекции всех сил на координатные оси; $M_x(\vec{F}_k), M_y(\vec{F}_k), M_z(\vec{F}_k)$ – моменты всех сил относительно выбранных осей, $k = 1, 2, \dots$

Примеры решения задач на равновесие пространственных систем сил

Задача 13. Горизонтальный вал (рис. 1.39) закреплен в подпятнике C и подшипнике K . Вал имеет шкив B радиуса R и шкив D радиуса r .

Оба шкива перпендикулярны оси вала. Рукоять AE параллельна оси Cx .

Нить, удерживающая груз Q , сходит со шкива D по касательной в точке L параллельно плоскости zCx , так что радиус шкива D , проведённый в точку схода нити, составляет с вертикальным диаметром угол 30° .

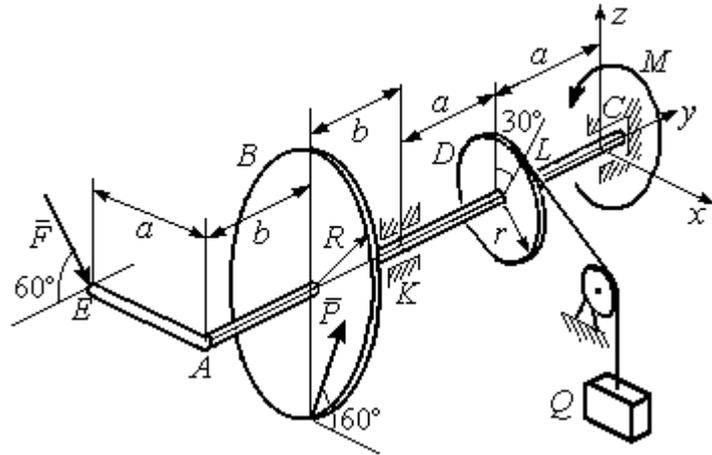


Рис. 1 39. Равновесие вала

На вал действуют силы: \vec{F} , \vec{P} и пара сил с моментом M . Сила \vec{F} находится в плоскости, параллельной zCy , и составляет угол 60° с направлением оси Cy . Сила \vec{P}

приложена в нижней точке шкива B , параллельна плоскости zCx и составляет угол 60° с направлением оси Cx . Определить вес удерживаемого груза Q и реакции подшипника и подпятника, если $P = 4$ кН; $F = 2$ кН; $M = 3$ кН·м; $R = 0,6$ м; $r = 0,3$ м; $a = 0,8$ м; $b = 0,4$ м.

Решение

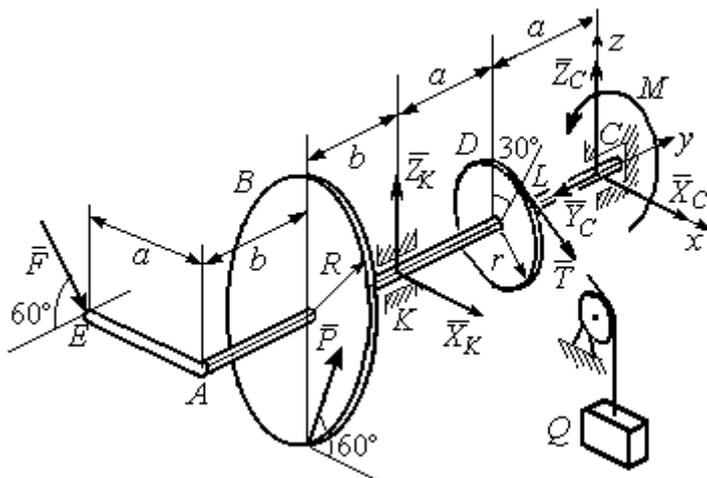


Рис. 1.40. Активные силы и реакции связей, действующие на вал, при его равновесии

Рассмотрим равновесие вала. На вал действуют активные силы \vec{F} , \vec{P} , пара с моментом M и реакции связей. Связями являются нить, натянутая грузом Q , подпятник C и подшипник K . Освобождаем вал от связей, заменяя их действие реакциями. Реакцию \vec{R}_C подпятника C рас-

кладываем на три составляющие: \vec{X}_C , \vec{Y}_C , \vec{Z}_C , направленные вдоль координатных осей (рис. 1.40). Реакция \vec{R}_K подшипника K лежит в плоскости, пер-

пендикулярной оси вала, и ее составляющими будут вектора \vec{X}_K, \vec{Z}_K , направленные вдоль координатных осей x, z . Реакция нити \vec{T} направлена вдоль нити от точки L и по модулю равна весу груза Q .

Активные силы и реакции связей составляют произвольную пространственную уравновешенную систему сил. При составлении уравнений равновесия изобразим вал вместе с действующими на него силами в проекциях на координатные плоскости (рис. 1.41).

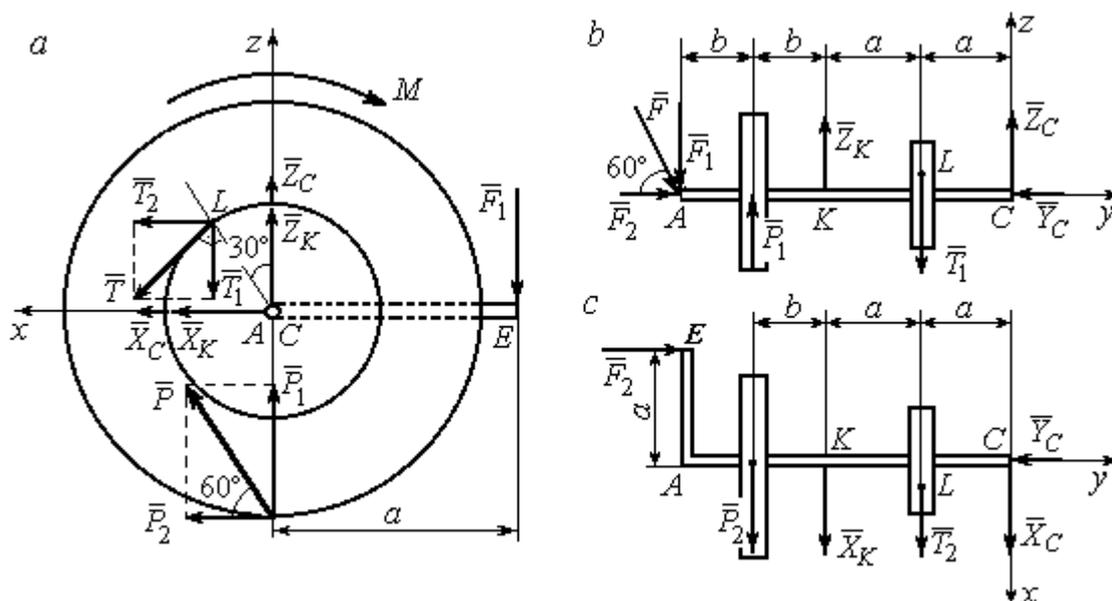


Рис. 1.41. Вал и действующие на него силы в проекциях на координатные плоскости:

- a – вид вала в проекции на плоскость zCx с положительного конца оси y ;
- b – вид вала в проекции на плоскость zCy с положительного конца оси x ;
- c – вид вала в проекции на плоскость xCy с положительного конца оси z

На рис. 1.41, a показаны проекции вала и всех сил на плоскость zCx . Вычисляя моменты проекций сил относительно точки C , получим значения моментов этих сил относительно оси y . При вычислении моментов сил относительно оси x достаточно вычислить моменты проекций сил на плоскость zCy относительно точки C (рис. 1.41, b), а вычисляя моменты проекций сил на

плоскость xCy относительно точки C , получим значения моментов сил относительно оси z (рис. 1.41, c).

Величины проекций сил определяются равенствами: $P_1 = P\cos 30^\circ$;

$$P_2 = P\cos 60^\circ; \quad T_1 = T\cos 60^\circ; \quad T_2 = T\cos 30^\circ; \quad F_1 = F\cos 30^\circ; \quad F_2 = F\cos 60^\circ.$$

Составляем уравнения равновесия:

$$\sum F_{kx} = P\cos 60^\circ + X_K + T\cos 30^\circ + X_C = 0; \quad \sum F_{ky} = F\cos 60^\circ - Y_C = 0;$$

$$\sum F_{kz} = P\cos 30^\circ + Z_K - T\cos 60^\circ + Z_C - F\cos 30^\circ = 0;$$

$$\sum M_x(\vec{F}_k) = T\cos 60^\circ \cdot a - Z_K \cdot 2a - P\cos 30^\circ \cdot (2a + b) + \\ + F\cos 30^\circ \cdot (2a + 2b) = 0;$$

$$\sum M_y(\vec{F}_k) = -F\cos 30^\circ \cdot a - P\cos 60^\circ \cdot R + T \cdot r - M = 0;$$

$$\sum M_z(\vec{F}_k) = T\cos 30^\circ \cdot a + X_K \cdot 2a + P\cos 60^\circ \cdot (2a + b) - F\cos 60^\circ \cdot a = 0.$$

Подставляя исходные данные задачи, получим систему шести уравнений с шестью неизвестными, решая которую, найдём:

$$X_C = -8,09 \text{ кН}, \quad Y_C = 1 \text{ кН}, \quad Z_C = 4,65 \text{ кН}, \quad Z_K = 2,92 \text{ кН};$$

$$X_K = -10,02 \text{ кН}, \quad T = 18,6 \text{ кН}.$$

Реакции подпятника и подшипника:

$$R_C = \sqrt{X_C^2 + Y_C^2 + Z_C^2} = 9,4 \text{ кН}, \quad R_K = \sqrt{X_K^2 + Z_K^2} = 10,44 \text{ кН}.$$

Вес удерживаемого груза Q равен реакции нити T .

Задача 14. Однородная прямоугольная плита (рис. 1.42) веса 25 кН прикреплена к полу при помощи шарового шарнира A , подшипника B и удерживается в вертикальном положении стержнем CO , лежащим в плоскости, перпендикулярной плоскости плиты так, что $\angle COB = 60^\circ$. В плоскости плиты на неё действуют пара сил с моментом $M = 6 \text{ кН}\cdot\text{м}$, сила \vec{F}_1 , равная $F_1 = 10 \text{ кН}$, приложенная на верхней стороне плиты в точке H под углом 30° к линии EC , и сила \vec{F}_2 , равная $F_2 = 5 \text{ кН}$, приложенная в точке D параллельно стороне AB .

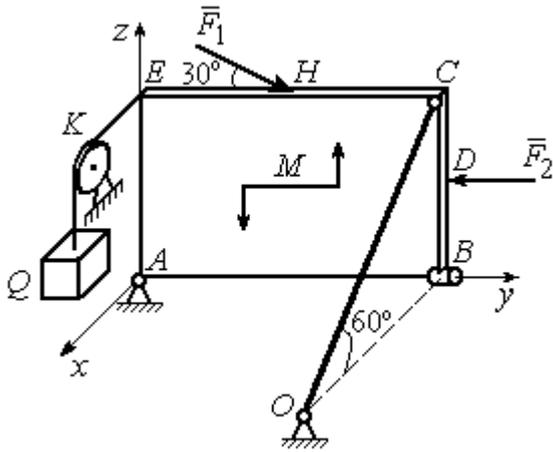


Рис. 1.42. Равновесие плиты

В точке E к плите прикреплен трос, на другом конце которого, перекинутым через блок K , подвешен груз весом $Q = 20$ кН. Отрезок троса EK перпендикулярен плоскости плиты.

Определить реакции шарнира A , подшипника B и реакцию стержня CO , если ширина плиты $AB = 3$ м; высота $AE = 2$ м; $EH = HC$, $CD = DB$.

Решение

Рассмотрим равновесие плиты $ABCE$. На плиту действуют активные силы \vec{F}_1 , \vec{F}_2 , сила тяжести плиты \vec{P} , пара сил с моментом M и реакции связей. Связями являются пространственный шарнир A , нить, натянутая грузом Q , подшипник B и невесомый стержень CO .

Выберем систему координат, как показано на рис. 1.43. Освобождаем плиту от связей, заменяя их действие реакциями. Реакцию \vec{R}_A шарнира A раскладываем на три составляющие: \vec{X}_A , \vec{Y}_A , \vec{Z}_A , направленные вдоль координатных осей. Реакция нити \vec{T} направлена вдоль нити параллельно оси Ax и равна весу груза $T = Q$, реакция \vec{R}_B подшипника B расположена в плоскости, перпендикулярной оси Ay , и представлена в виде двух своих составляющих \vec{X}_B , \vec{Z}_B , реакция \vec{S} невесомого стержня CO направлена вдоль стержня. Направления активных сил и реакций связей показаны на рис. 1.43.

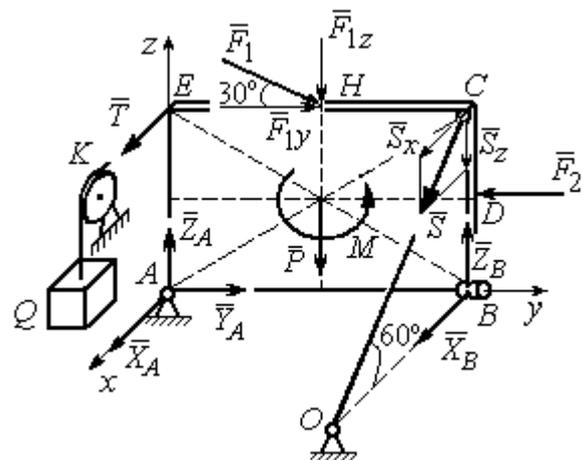


Рис. 1.43. Силы, действующие на плиту, при её равновесии

Силы, действующие на плиту, и реакции связей составляют пространственную уравновешенную систему сил. Составим уравнения равновесия:

$$\sum F_{kx} = X_A + T + X_B + S \cos 60^\circ = 0;$$

$$\sum F_{ky} = Y_A - F_2 + F_1 \cos 30^\circ = 0;$$

$$\sum F_{kz} = Z_A - F_1 \cos 60^\circ - P + Z_B - S \cos 30^\circ = 0;$$

$$\sum M_x(\vec{F}_k) = -F_1 \cos 60^\circ \cdot 0,5 \cdot AB - F_1 \cos 30^\circ \cdot AE - P \cdot 0,5 \cdot AB +$$

$$+ F_2 \cdot BD + Z_B \cdot AB - S \cos 30^\circ \cdot AB + M = 0;$$

$$\sum M_y(\vec{F}_k) = T \cdot AE + S \cos 60^\circ \cdot CB = 0;$$

$$\sum M_z(\vec{F}_k) = -X_B \cdot AB + S \cos 60^\circ \cdot EC = 0.$$

Подставляя исходные данные задачи, получим систему уравнений, решая которую, найдём значения реакций: $S = -40$ кН; $X_B = -20$ кН; $Z_B = -17,53$ кН; $X_A = 20$ кН; $Y_A = -3,66$ кН; $Z_A = 12,89$ кН.

Задача 15. Прямоугольная фрамуга $ACEB$ весом $P = 50$ Н, закрепленная в точках A и B цилиндрическими шарнирами, открыта на угол 60° (рис. 1.44). На фрамуге в точке H закреплена верёвка, другой конец которой, переброшенный через невесомый блок K , несёт груз Q . При этом линия верёвки HK параллельна прямой ED . На фрамугу действует сила \vec{F} , приложенная в верхнем углу в точке C перпендикулярно плоскости фрамуги и равная по величине $F = 15$ Н.

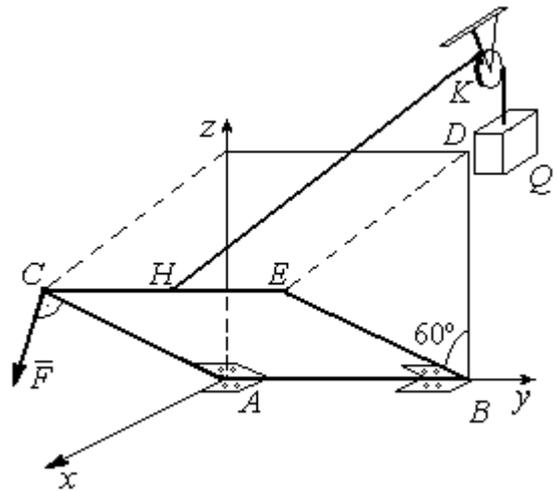


Рис. 1.44. Равновесие фрамуги

Определить вес груза Q , необходимый для удержания фрамуги в равновесии и реакции цилиндрических шарниров A и B , если размеры фрамуги $BE = BD = 2$ м; $AB = 3$ м; $CH = HE$.

Решение

Рассмотрим равновесие фрамуги $ABCE$. Изображаем внешние активные

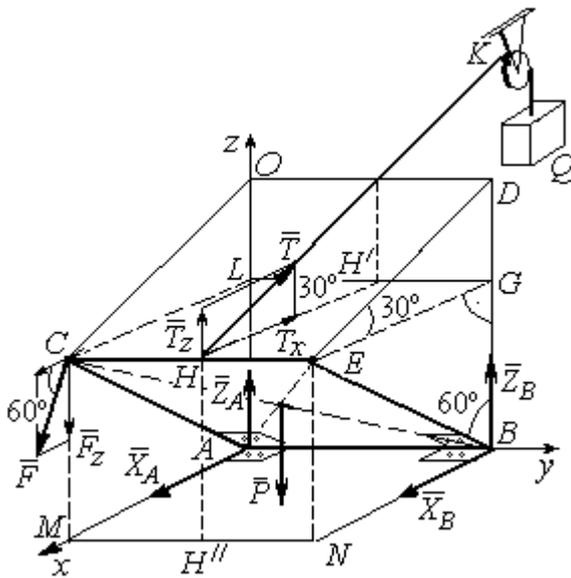


Рис. 1.45. Активные силы и реакции при равновесии фрамуги

силы: силу \vec{F} , силу тяжести фрамуги \vec{P} , а также реакции связей. Связями являются два цилиндрических шарнира A и B (связь, аналогичная подшипнику) и нить, натянутая грузом Q . Выберем систему координат $Axyz$, как показано на рис. 1.45. Освобождаем фрамугу от связей, заменяя их действие реакциями. Реакции \vec{R}_A и \vec{R}_B шарниров A и B раскладываем на взаимно перпендикулярные составляющие: \vec{X}_A , \vec{Z}_A и \vec{X}_B , \vec{Z}_B в

плоскостях, перпендикулярных оси вращения фрамуги (ось Ay), реакция нити \vec{T} направлена вдоль нити и равна весу груза $T = Q$. Направления активных сил и реакций связей показаны на рис. 1.45.

Силы, действующие на фрамугу, составляют уравновешенную пространственную систему сил.

Составим уравнения равновесия. При этом для удобства вычисления моментов сил относительно осей изобразим плоскости, перпендикулярные этим осям, с проекциями на них сил, действующих на фрамугу (рис. 1.46). Тогда моменты сил, действующих на фрамугу, например, относительно оси Ax определяются как моменты векторов проекций этих сил на плоскость zAy относительно точки A – пересечения оси Ax и перпендикулярной ей плоскости zAy (см. рис. 1.46, a). Аналогично при вычислении моментов сил относительно оси Az достаточно вычислить моменты векторов проекций сил на плоскость xAy относительно точки A (см. рис. 1.46, b).

Значения моментов сил относительно оси Ay получим, вычисляя моменты векторов проекций сил на плоскость zAx относительно точки A (см. рис. 1.46, c).

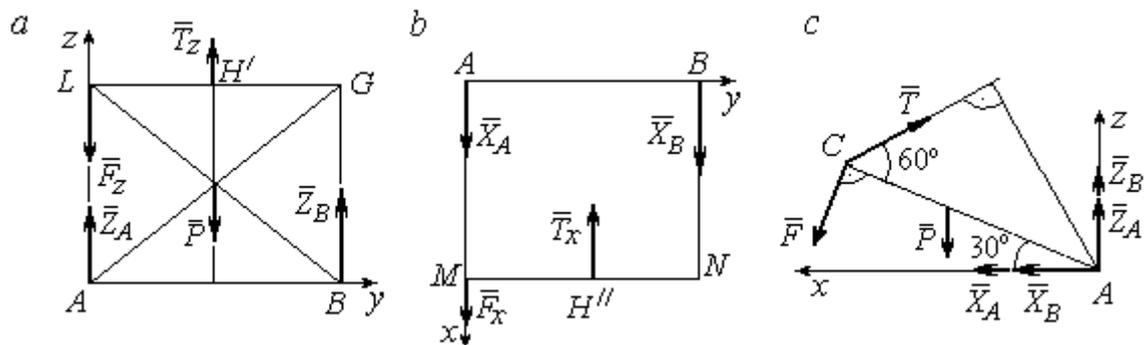


Рис. 1.46. Фрамуга и действующие на неё силы в проекциях на координатные плоскости:

- a – проекция на плоскость zAy со стороны положительного направления оси x ;
- b – проекция на плоскость xAy со стороны положительного направления оси z ;
- c – проекция на плоскость zAx со стороны положительного направления оси y

Уравнения равновесия фрамуги имеют вид:

$$X_A + X_B + F \cos 60^\circ - T \cos 30^\circ = 0;$$

$$Z_A + Z_B - P - F \cos 30^\circ + T \cos 60^\circ = 0;$$

$$\begin{aligned} \sum M_x(\vec{F}_k) &= T_z \cdot 0,5 \cdot AB - P \cdot 0,5 \cdot AB + Z_B \cdot AB = \\ &= T \cos 60^\circ \cdot 0,5 \cdot AB - P \cdot 0,5 \cdot AB + Z_B \cdot AB = 0; \end{aligned}$$

$$\sum M_y(\vec{F}_k) = P \cdot 0,5 \cdot AC \cos 30^\circ + F \cdot AC - T \cdot AC \sin 60^\circ = 0;$$

$$\sum M_z(\vec{F}_k) = -X_B \cdot AB + T_x \cdot 0,5 \cdot AB = -X_B \cdot AB + T \cos 30^\circ \cdot 0,5 \cdot AB = 0.$$

Подставляя исходные данные из условия задачи и решая систему, найдём реакции шарниров фрамуги:

$$X_B = 18,22 \text{ Н}, Z_B = 14,41 \text{ Н}, R_B = \sqrt{X_B^2 + Z_B^2} = 23,31 \text{ Н};$$

$$X_A = 10,83 \text{ Н}, Z_A = 27,41 \text{ Н}, R_A = \sqrt{X_A^2 + Z_A^2} = 29,47 \text{ Н}.$$

Вес груза, удерживающий фрамугу в равновесии, численно равен реакции верёвки: $Q = T = 42,37 \text{ Н}$.

Задача 16. Горизонтальный коленчатый вал AD (рис. 1.47) закреплен в подпятнике A и подшипнике C . Вал имеет шкив радиуса r и рукоять DH , перпендикулярные оси вала. Рукоять DH образует угол 30° к направлению оси Ax . Колено вала расположено в горизонтальной плоскости xAy . Нить, удерживающая груз Q , намотана на шкив и сходит с него вертикально вниз. На вал действуют силы \vec{F} , \vec{P} , \vec{G} и пара сил с моментом M . Сила \vec{F} приложена в верхней точке вертикального диаметра шкива под углом 30° к направлению оси Ay и находится в плоскости zAy . Сила \vec{P} приложена в нижней точке H рукояти параллельно оси Az . Сила \vec{G} приложена в крайней точке K стойки колена вала под углом 60° к стойке и находится в плоскости, перпендикулярной оси вала. Пара сил с моментом M создаёт вращение вала вокруг оси Ay .

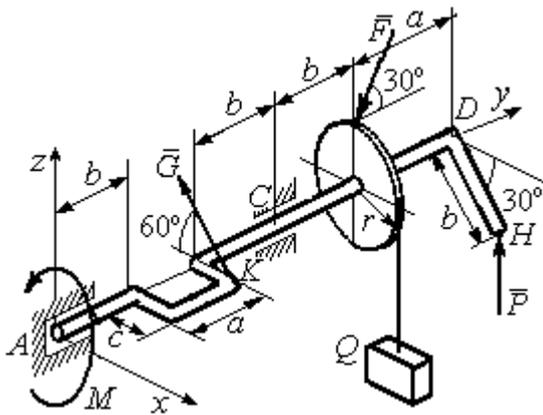


Рис. 1.47. Равновесие вала

Определить вес удерживаемого груза Q и реакции подшипника и подпятника, если: $P = 10$ кН; $F = 12$ кН; $G = 6$ кН; $M = 3$ кН·м; $r = 0,3$ м; $a = 0,8$ м; $b = 0,4$ м; $c = 0,2$ м.

Решение

Рассмотрим равновесие вала. На вал действуют активные силы – \vec{F} , \vec{P} , \vec{G} , пара сил с моментом M и реакции связей. Связями являются нить, натянутая грузом Q , подпятник A и подшипник C .

Освобождаем вал от связей, заменяя их действие реакциями.

Рис. 1.48. Силы и реакции, действующие на вал при равновесии

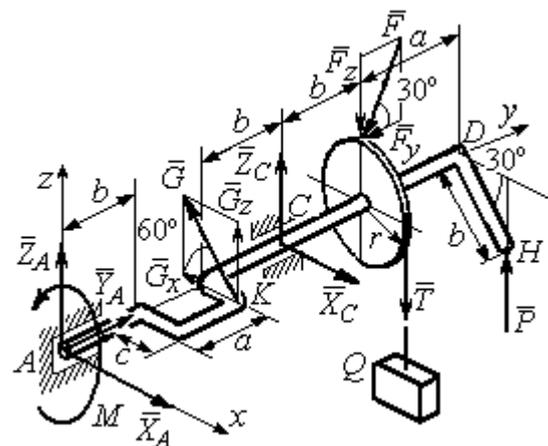


Рис. 1.48. Силы и реакции, действующие на вал при равновесии

Реакцию подпятника A раскладываем на три составляющие: $\vec{X}_A, \vec{Y}_A, \vec{Z}_A$, направленные вдоль координатных осей. Реакция подшипника C лежит в плоскости, перпендикулярной оси вала, и также может быть разложена на составляющие \vec{X}_C, \vec{Z}_C , направленные вдоль координатных осей Ax, Az . Реакция нити \vec{T} направлена вдоль нити и по модулю равна весу груза, $T = Q$. Действие на вал активных сил и реакций связи показано на рис. 1.48.

Указанные силы составляют произвольную пространственную уравновешенную систему сил.

Составим уравнения равновесия:

$$\sum F_{kx} = X_A - G \cos 60^\circ + X_C = 0;$$

$$\sum F_{ky} = Y_A - F \cos 30^\circ = 0;$$

$$\sum F_{kz} = Z_A + G \cos 30^\circ + Z_C - F \cos 60^\circ - T + P = 0.$$

$$\begin{aligned} \sum M_x(\vec{F}_k) = G_z(b+a) + Z_C(b+a+b) - F_z(b+a+b+b) + F_y r - \\ - T(b+a+b+b) + P(b+a+b+b+a) = 0; \end{aligned}$$

$$\sum M_y(\vec{F}_k) = -G_z c + Tr - P b \cos 30^\circ - M = 0;$$

$$\sum M_z(\vec{F}_k) = G_x(b+a) - X_C(b+a+b) = 0,$$

где значения проекций сил на оси $G_z = G \cos 30^\circ$; $G_x = G \cos 60^\circ$; $F_z = F \cos 60^\circ$; $F_y = F \cos 30^\circ$.

Подставляя исходные данные и решая систему, получим значения реакций:

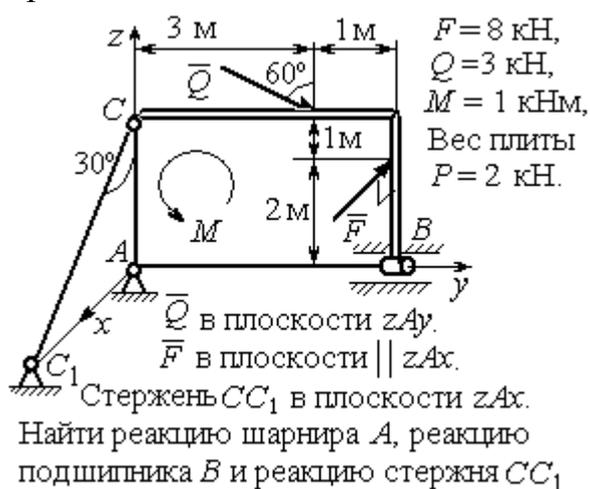
$$X_C = 2,25 \text{ кН}; Z_C = 13,57 \text{ кН}; R_C = \sqrt{X_C^2 + Z_C^2} = 15,58 \text{ кН};$$

$$Z_A = 0,39 \text{ кН}; Y_A = 10,39 \text{ кН}; X_A = 0,75 \text{ кН}; R_A = \sqrt{X_A^2 + Y_A^2 + Z_A^2} = 10,42 \text{ кН}.$$

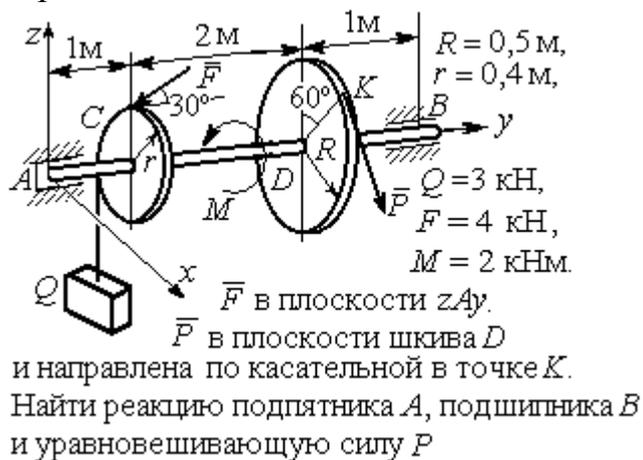
Вес удерживаемого груза равен реакции нити $Q = T = 25,03 \text{ кН}$.

Упражнения

Упражнение 1.9



Упражнение 1.10



Упражнение 1.11



Упражнение 1.12

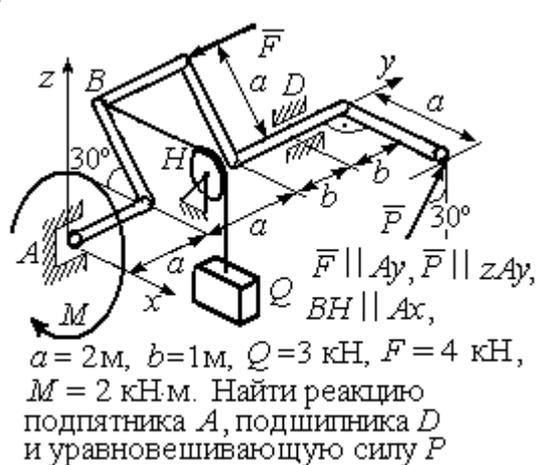


Рис. 1.49. Задания для самостоятельного решения. Упражнения 1.9 – 1.12

1.6. Равновесие тел при наличии сил трения

Трение скольжения. При наличии трения скольжения полная реакция \vec{R} шероховатой опоры раскладывается на нормальную составляющую \vec{N} опоры и

силу $\vec{F}_{\text{тр с}}$ трения скольжения, направленную по касательной к поверхности в точке опоры.

В покое сила трения скольжения может принимать любые значения от нуля до некоторого предельного значения $F_{\text{тр с}}$, называемого **предельной силой трения скольжения** (рис. 1.50).

Наибольший угол φ_0 , который полная реакция шероховатой поверхности образует с нормалью к поверхности, называется **предельным углом трения**. Предельная сила трения численно равна произведению коэффициента трения на величину нормальной реакции опоры тела на поверхность: $F_{\text{тр с}} = f \cdot N$, где f – безразмерный коэффициент трения, определяемый экспериментально.

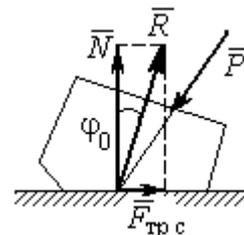


Рис. 1.50. Реакция опоры с трением скольжения

Изучение равновесия тел с учетом сил трения сводится к рассмотрению предельного равновесия, когда сила трения принимает предельное значение.

Трением качения называется сопротивление, возникающее при качении одного тела по шероховатой поверхности другого. Реакция шероховатой опоры раскладывается на нормальную составляющую \vec{N} и силу трения качения $\vec{F}_{\text{тр к}}$, направленную по касательной к поверхности качения. При этом за счёт небольшого вдавливания в поверхность качения нормальная реакция опоры \vec{N}

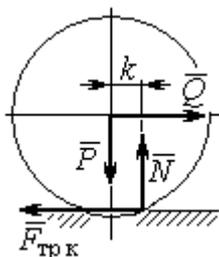


Рис. 1.51. Реакция опоры с трением качения

смещена в сторону от линии действия силы тяжести \vec{P} так, что вместе с ней образует пару, противодействующую качению (рис. 1.51). В предельном положении равновесия тела смещение нормальной реакции опоры максимально. Величина максимального смещения k называется **коэффициентом трения качения**, измеряемого в единицах длины. Момент,

создаваемый парой (\vec{N}, \vec{P}) , называется **моментом трения качения** $M_{\text{трк}} = kN$.

Максимальная сила трения качения $\vec{F}_{\text{трк}}$ определяется из условия, что в предельном положении равновесия момент трения качения равен моменту качения, создаваемого парой $(\vec{F}_{\text{трк}}, \vec{Q})$ (рис. 1.51).

Если максимальная сила трения качения меньше предельной силы трения скольжения, движение представляет качение без скольжения.

Примеры решения задач на равновесие тел с трением

Задача 17. Груз Q весом 50 Н удерживается нитью на шероховатой наклонной плоскости (рис.1.52). Один конец нити закреплен на грузе Q , а к

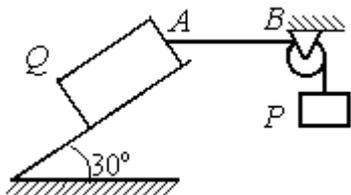


Рис.1.52. Равновесие груза на наклонной плоскости с трением

другому, перекинута через невесомый блок, подвешен груз весом P . Отрезок нити AB горизонтальный. Угол наклона плоскости составляет 30° к горизонту. Определить максимальное и минимальное значения веса груза P , при которых груз Q может начать скольжение по плос-

кости без опрокидывания, если коэффициент трения скольжения между грузом Q и наклонной плоскостью $f = 0,4$.

Решение

Рассмотрим равновесие груза Q при минимальном значении веса груза P . На груз действуют сила тяжести \vec{Q} , реакция нити \vec{T}_{min} и реакция шероховатой поверхности наклонной плоскости, состоящая из нормальной реакции наклонной плоскости \vec{N} и силы трения $\vec{F}_{\text{тр1}}$ (рис. 1.53, а). Особенностью задач на равновесие призм является то, что точка приложения нормальной реакции не определена. В случае необходимости она находится из уравнений равновесия.

Определим направление силы трения. Если вес уравнивающего груза P имеет минимальное значение P_{\min} , то при его дальнейшем уменьшении груз Q начнёт двигаться вниз по наклонной плоскости. Таким образом, предельная сила трения $\vec{F}_{\text{тр}1}$, обеспечивающая равновесие при минимальном значении веса груза P , направлена вверх по наклонной плоскости (см. рис. 1.53, *a*).

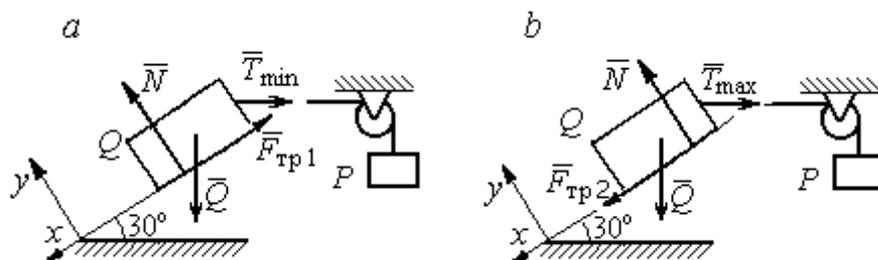


Рис. 1.53. Силы, действующие на груз при равновесии:
a – минимальный вес уравнивающего груза;
b – максимальный вес уравнивающего груза

Выберем систему координат, как показано на рис. 1.53, и составим уравнения равновесия в виде проекций сил:

$$\sum F_{kx} = Q \cos 60^\circ - T_{\min} \cos 30^\circ - F_{\text{тр}} = 0;$$

$$\sum F_{ky} = -Q \cos 30^\circ + N - T_{\min} \cos 60^\circ = 0.$$

Полагая в первом уравнении $F_{\text{тр}1} = fN$, решаем систему и находим реакцию нити $T_{\min} = 7,21$ Н. Минимальное значение веса уравнивающего груза равно реакции нити: $P_{\min} = T_{\min} = 7,21$ Н.

Рассмотрим равновесие груза Q при максимальном P_{\max} значении веса груза P . На груз действует сила тяжести \vec{Q} , реакция нити \vec{T}_{\max} и реакция шероховатой поверхности наклонной плоскости, состоящая, как и в первом случае, из нормальной реакции наклонной плоскости \vec{N} и силы трения $\vec{F}_{\text{тр}2}$ (см. рис. 1.53, *b*).

При определении направления силы трения заметим, что увеличение веса груза P больше максимального вызывает движение груза Q вверх по наклонной плоскости. Тогда предельная сила трения $\vec{F}_{\text{тр}2}$, действующая против возможного движения, должна быть направлена вниз по наклонной плоскости (см. рис. 1.53, *b*). Уравнения равновесия груза Q :

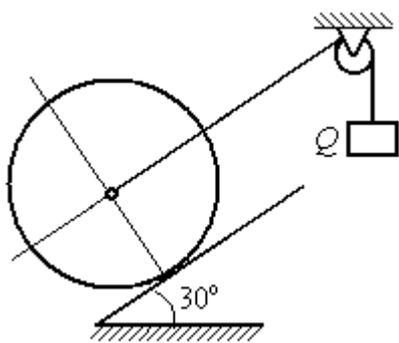
$$\sum F_{kx} = Q \cos 60^\circ - T_{\max} \cos 30^\circ + F_{\text{тр}2} = 0;$$

$$\sum F_{ky} = -Q \cos 30^\circ + N - T_{\max} \cos 60^\circ = 0.$$

Решаем систему, подставляя вместо силы трения её значение $F_{\text{тр}2} = fN$, и находим максимальное значение веса груза P : $P_{\max} = T_{\max} = 63,54 \text{ Н}$.

Таким образом, груз Q будет находиться в равновесии на наклонной плоскости, если вес уравновешивающего груза находится в пределах $8,87 < P < 48,87 \text{ Н}$.

Задача 18. Цилиндрический каток радиуса $r = 0,5 \text{ м}$, весом $P = 50 \text{ Н}$ удерживается в равновесии на наклонной плоскости нитью, один конец кото-



рой закреплён в центре катка, а другой перекинут через блок и несёт груз весом Q (рис. 1.54). Коэффициент трения качения катка $f_k = 0,02$. Наклонная плоскость составляет угол 30° с горизонтом.

Рис. 1.54. Равновесие катка

Определить наименьшую и наибольшую величину веса Q , при которых каток будет в равновесии.

Найти наименьшее значение коэффициента трения скольжения f_c , при котором в случае движения каток будет катиться без скольжения.

Решение

Рассмотрим равновесие катка при минимальном значении веса груза Q . На каток действует сила тяжести \vec{P} , реакции нити \vec{Q}_{\min} и реакция шероховатой

поверхности наклонной плоскости \vec{R} , имеющая своими составляющими нормальную реакцию поверхности \vec{N} и силу трения качения $\vec{F}_{\text{тр1к}}$ (рис. 1.55, *a*).

Минимальный вес груза Q_{min} удерживает каток от качения вниз по наклонной плоскости. В этом случае составляющие реакции шероховатой поверхности наклонной плоскости приложены в точке K_1 , слева от нормально-

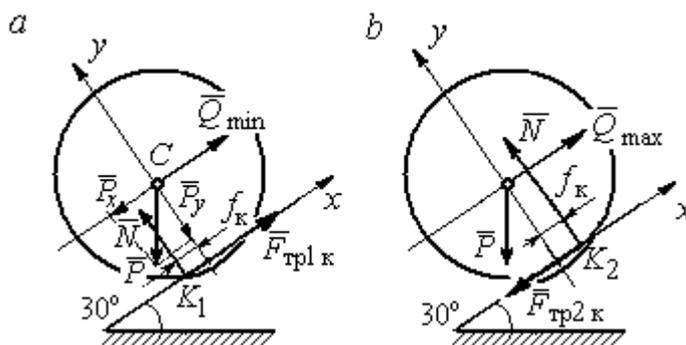


Рис. 1.55. Силы, действующие на каток, при равновесии:
a – минимальный вес груза; *b* – максимальный вес груза

го к плоскости диаметра катка (см. рис. 1.55, *a*). Выбор точки приложения реакции шероховатой поверхности основан на том, что пара (\vec{N}, \vec{P}_y) должна создавать момент трения качения, противодействующий предполагаемому движению.

На каток действует плоская уравновешенная система сил $(\vec{Q}_{\text{min}}, \vec{F}_{\text{тр1к}}, \vec{N}, \vec{P}) \infty 0$. Выберем систему координат, как показано на рис. 1.55, *a*, и составим уравнения равновесия катка, где уравнение моментов сил составлено относительно точки K_1 :

$$\sum F_{kx} = -P \cos 60^\circ + Q_{\text{min}} + F_{\text{тр1к}} = 0;$$

$$\sum F_{ky} = -P \cos 30^\circ + N = 0;$$

$$\sum M_{K_1}(\vec{F}_k) = P \cos 60^\circ \cdot r - Q_{\text{min}} r - P \cos 30^\circ \cdot f_k = 0.$$

Подставляем данные задачи и находим минимальное значение веса груза, при котором каток находится в равновесии $Q_{\text{min}} = 7,68$ Н, величину нормальной реакции наклонной плоскости $N = 43,3$ Н и значение силы трения качения, удерживающей каток в равновесии, $F_{\text{тр1к}} = 17,32$ Н.

Рассмотрим равновесие катка при максимальном значении веса груза Q_{\max} . Здесь нарушение предельного равновесия при увеличении веса груза Q вызывает движение катка вверх по наклонной плоскости. В таком случае точка приложения реакции опоры шероховатой поверхности (точка K_2) расположена справа от нормального к плоскости качения диаметра катка (рис. 1.55, *b*).

На каток действует плоская уравновешенная система сил $(\vec{Q}_{\max}, \vec{F}_{\text{тр}2\text{к}}, \vec{N}, \vec{P}) \infty 0$. Выберем систему координат, как показано на рис. 1.55, *b*. Уравнения равновесия катка, где уравнение моментов сил составлено относительно точки K_2 имеют вид:

$$\sum F_{kx} = -P \cos 60^\circ + Q_{\max} - F_{\text{тр}2\text{к}} = 0;$$

$$\sum F_{ky} = -P \cos 30^\circ + N = 0;$$

$$\sum M_{K_2}(\vec{F}_k) = -P \cos 60^\circ \cdot r + Q_{\max} r - P \cos 30^\circ \cdot f_k = 0.$$

Решая систему, получим: $Q_{\max} = 42,32 \text{ Н}$; $N = 43,3 \text{ Н}$; $F_{\text{тр}2\text{к}} = 17,32 \text{ Н}$.

Таким образом, на шероховатой поверхности каток находится в равновесии, если вес уравновешивающего груза выбран в пределах $7,68 \leq Q \leq 42,32 \text{ Н}$.

При любом движении (вверх или вниз) качение катка будет без скольжения, если предельная сила трения скольжения $F_{\text{тр}c}$ больше аналогичной силы трения качения: $F_{\text{тр}c} > F_{\text{тр}к}$. Величина силы трения скольжения не зависит от направления движения: $F_{\text{тр}c} = f_c N = 43,3 f_c$, где f_c – коэффициент трения скольжения. Величина силы трения качения также не зависит от направления движения: $F_{\text{тр}к} = F_{\text{тр}1\text{к}} = F_{\text{тр}2\text{к}} = 17,32 \text{ Н}$. Таким образом, для определения требуемого коэффициента скольжения имеет место неравенство $43,3 f > 17,32$, откуда $f > 0,4$.

Задача 19. Для подъёма и опускания грузов в выработках используется ступенчатый ворот с тормозом, изображённый на рис. 1.56. Радиусы большой и малой ступенек барабана ворота $R = 0,5$ м и $r = 0,2$ м. Ворот тормозят, надавливая на конец A рычага AB , соединённого цепью CD с

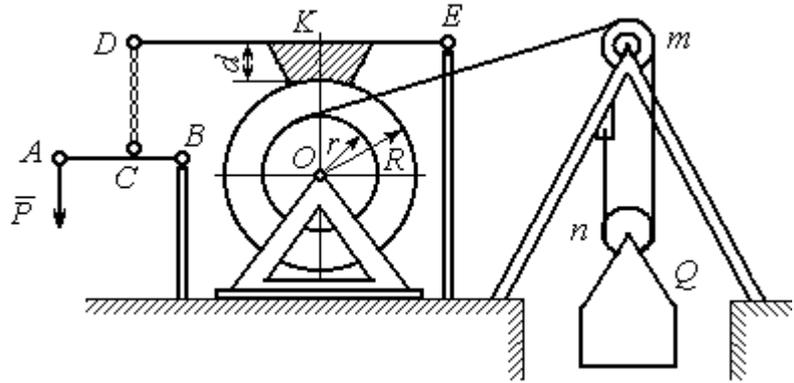


Рис. 1.56. Ворот с колодочным тормозом

концом D тормозного рычага ED с расположенной на нём тормозной колодкой. Коэффициент трения между тормозной колодкой и барабаном ворота $f = 0,4$. На малой ступеньке барабана ворота навита верёвка, другой конец которой, переброшенный через невесомые неподвижный блок m и подвижный блок n , удерживает груз Q весом 1 кН (см. рис. 1.56). Угол наклона к горизонту участка верёвки, соединяющей барабан с неподвижным блоком m , составляет 30° .

Определить величину силы \vec{P} , уравнивающей груз Q , и реакции шарниров O и E , если вес ворота $G = 140$ Н, высота тормозной колодки $d = 0,1$ м, расстояния $AB = 1$ м, $BC = 0,1$ м; $ED = 1,2$ м; $EK = 0,6$ м.

Решение

Рассмотрим отдельно равновесие барабана ворота, тормозного рычага DE и рычага AB (рис. 1.57).

Для того; чтобы определить силу натяжения верёвки, прикреплённой к барабану, рассмотрим равновесие груза вместе с подвижным блоком n (см. рис. 1.57, а). На объект равновесия действует сила тяжести груза \vec{Q} и реакции \vec{T}' и \vec{T}'' двух ветвей верёвки, огибающей снизу блок n .

Уравнения равновесия такой системы сил:

$$T' + T'' - Q = 0; \quad T''r_{\text{бл}} = T'r_{\text{бл}},$$

где моменты сил вычислены относительно центра блока; $r_{\text{бл}}$ – радиус блока n .
 Решая систему уравнений, получим: $T' = T'' = 0,5Q = 500 \text{ Н}$.

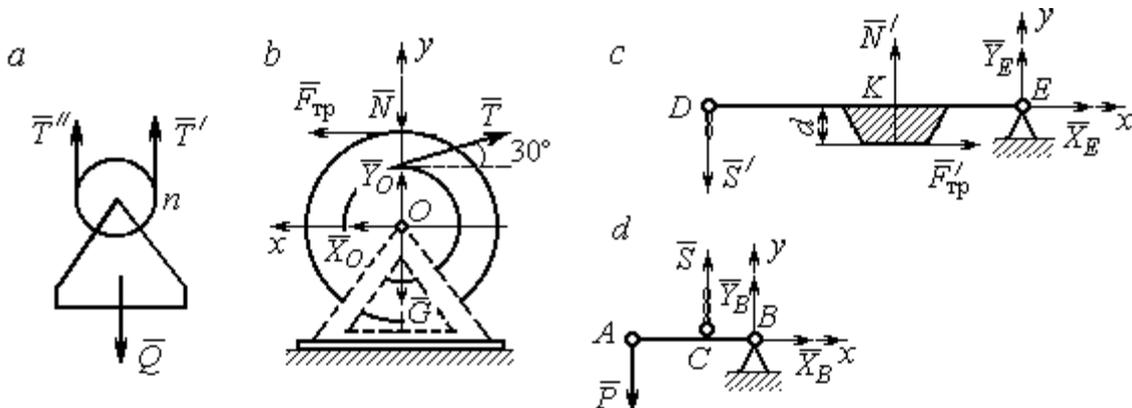


Рис. 1.57. Равновесие элементов конструкции ворота:
 а – равновесие груза; б – силы, действующие на барабан; в – силы, действующие на тормозной рычаг DE; д – силы, действующие на рычаг AB

Рассмотрим равновесие барабана. На барабан действуют: сила веса барабана \vec{G} , сила давления \vec{N} со стороны рычага, направленная по радиусу барабана, сила трения $\vec{F}_{\text{тр}}$, действующая по касательной к барабану в сторону, противоположную движению барабана при опускании груза, реакция \vec{R}_O шарнира O , представленная двумя составляющими \vec{X}_O, \vec{Y}_O , и реакция верёвки \vec{T} , численно равная модулю силы \vec{T}' (см. рис. 1.57, б).

Силы, действующие на барабан, составляют уравновешенную произвольную плоскую систему сил $(\vec{G}, \vec{X}_O, \vec{Y}_O, \vec{T}, \vec{N}, \vec{F}_{\text{тр}}) \sim 0$. Составим уравнение моментов относительно точки O :

$$-Tr + F_{\text{тр}}R = 0, \text{ откуда с учётом } T = T' F_{\text{тр}} = 200 \text{ Н.}$$

Величина силы \vec{N} давления рычага на барабан находится из вида зависимости силы трения $F_{\text{тр}} = fN$, тогда $N = \frac{F_{\text{тр}}}{f} = 500 \text{ Н}$.

Составим уравнения равновесия барабана в виде проекций сил на оси, выбранные, как показано на рис. 1.57, б:

$$\sum F_{kx} = X_O + F_{\text{тр}} - T \cos 30^\circ = 0;$$

$$\sum F_{ky} = Y_O + T \cos 60^\circ - N - G = 0.$$

Решая систему, найдём реакцию шарнира O :

$$X_O = 233 \text{ Н}; Y_O = 390 \text{ Н}; R_O = \sqrt{X_O^2 + Y_O^2} = 454,3 \text{ Н}.$$

Рассмотрим теперь равновесие тормозного рычага DE (см. рис. 1.57, *с*).

На рычаг действуют сила \vec{N}' давления со стороны барабана и сила трения $\vec{F}'_{\text{тр}}$, приложенные в точке касания тормозной колодки с барабаном, равные по величине и противоположные по направлению, соответственно, силам \vec{N} и $\vec{F}_{\text{тр}}$. Кроме того, в точке D на рычаг действует сила \vec{S}' , под действием которой рычаг прижимается к барабану, и реакция шарнира E , разложенная на составляющие \vec{X}_E, \vec{Y}_E вдоль осей x, y . Уравнения равновесия рычага имеют вид:

$$\sum F_{kx} = X_E + F'_{\text{тр}} = 0; \quad \sum F_{ky} = Y_E + N' - S' = 0;$$

$$\sum M_E(\vec{F}_k) = S' \cdot DE - N' \cdot EK + F'_{\text{тр}} d = 0.$$

Подставляя в систему данные из условия задачи, с учётом найденных значений $F'_{\text{тр}} = F_{\text{тр}} = 200 \text{ Н}$, $N' = N = 500 \text{ Н}$, определим усилие S' , с которым тормозной рычаг прижимается к барабану, и реакцию шарнира E :

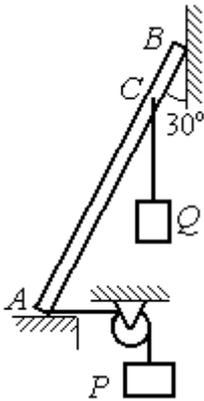
$$S' = 233,33 \text{ Н}; X_E = -200 \text{ Н}; Y_E = -266,67 \text{ Н}; R_E = \sqrt{X_E^2 + Y_E^2} = 333,34 \text{ Н}.$$

Силу \vec{P} , необходимую для уравновешивания груза Q , найдём рассматривая равновесие рычага AB (см. рис. 1.57, *д*). На рычаг действуют сила \vec{P} , реакция цепи \vec{S} и реакция шарнира B , показанная на рис. 1.57, *д* составляющими \vec{X}_B, \vec{Y}_B .

Составим уравнение равновесия рычага в форме равенства нулю суммы моментов сил относительно точки B : $P \cdot AB - S \cdot CB = 0$. С учётом того, что модули сил \vec{S} и \vec{S}' равны, найдём $P = 23,3 \text{ Н}$.

Упражнения

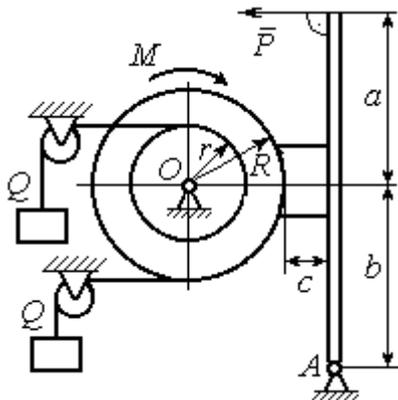
Упражнение 1.13



Невесомый стержень AB опирается в точках A и B на шероховатые поверхности – горизонтальный пол и вертикальную стену. Коэффициент трения между стержнем и полом и между стержнем и стеной $f = 0,2$. Угол наклона стержня к вертикальной стене 30° . В точке C к стержню подвешен груз Q . Стержень удерживается в равновесии горизонтальной нитью, прикреплённой в точке A и перекинутой через блок. К другому концу нити подвешен груз P . В каких границах можно изменять вес груза P , не нарушая равновесия стержня?

$$AB = 3 \text{ м}, AC = 2 \text{ м}, Q = 200 \text{ Н}.$$

Упражнение 1.14



Шкив O состоит из двух барабанов радиусов R и r . На барабаны навиты верёвки, натянутые одинаковыми грузами Q . К шкиву приложена пара сил с моментом M . Шкив затормаживается с помощью рычажного тормоза. Коэффициент трения между тормозной колодкой и шкивом $f = 0,4$. Определить силу \vec{P} , приложенную к рычагу тормозной колодки и уравнивающую шкив. Найти реакцию шарнира A .

$$a = b = 1 \text{ м}; c = 0,1 \text{ м}; Q = 100 \text{ Н}; M = 120 \text{ Н}\cdot\text{м}; \\ R = 0,6 \text{ м}; r = 0,2 \text{ м}.$$

Рис. 1.58. Задания для самостоятельного решения. Упражнения № 1.13, 1.14

2. КИНЕМАТИКА ТОЧКИ И ТВЁРДОГО ТЕЛА

2.1. Криволинейное движение точки

Кривая, которую описывает движущаяся точка, называется **траекторией** точки. Движение точки может быть задано **векторным, координатным** или **естественным** способами.

Координатный способ задания движения точки основан на том, что положение точки определяется ее координатами, заданными для каждого момента времени (рис. 2.1): $x = x(t)$, $y = y(t)$,
 $z = z(t)$.

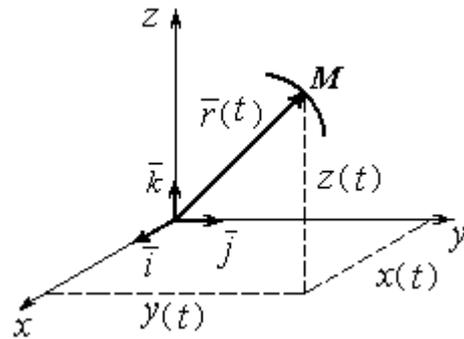


Рис. 2.1. Векторный и координатный способы задания движения точки

Мгновенная скорость, или скорость точки в данный момент времени, является векторной величиной и определяется как производная по времени от радиус-вектора точки: $\vec{V} = \frac{d\vec{r}}{dt}$. **Вектор**

скорости точки \vec{V} всегда направлен по касательной к траектории в сторону движения точки. Величины V_x , V_y , V_z проекций вектора скорости \vec{V} на координатные оси определяются как производные по времени от соответствующих координат: $V_x = \frac{dx}{dt} = \dot{x}$; $V_y = \frac{dy}{dt} = \dot{y}$; $V_z = \frac{dz}{dt} = \dot{z}$. Модуль вектора скорости:

$$V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2 + V_z^2}.$$

Мгновенное ускорение точки, или ускорение в данный момент времени, является векторной величиной и определяется как производная по времени от вектора скорости точки или как вторая производная от радиус-вектора точки:

$$\vec{a} = \frac{d\vec{V}}{dt} = \frac{d^2\vec{r}}{dt^2}. \text{ Величины } a_x, a_y, a_z \text{ проекций вектора ускорения на координатные оси определяются как производные по времени от соответствующих проекций вектора скорости: } a_x = \frac{dV_x}{dt} = \ddot{x}; a_y = \frac{dV_y}{dt} = \ddot{y}; a_z = \frac{dV_z}{dt} = \ddot{z}.$$

натные оси определяются равенствами: $a_x = \frac{dV_x}{dt} = \dot{V}_x = \ddot{x}$; $a_y = \frac{dV_y}{dt} = \dot{V}_y = \ddot{y}$;

$a_z = \frac{dV_z}{dt} = \dot{V}_z = \ddot{z}$. Модуль вектора ускорения: $a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}$.

Естественный способ задания движения используется, если траектория движения точки заранее известна. Тогда положение точки однозначно определяется длиной дуги $OM = S(t)$, отсчитываемой от

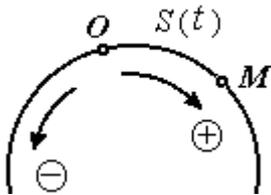


Рис. 2.2. Естественный способ задания движения точки

любой фиксированной точки O , принятой за начало отсчета (рис. 2.2). При этом заранее устанавливаются положительное и отрицательное направления отсчета дуговой координаты.

При естественном способе задания движения вектор скорости точки определяется равенством: $\vec{V} = \dot{S}\vec{\tau} = V_\tau\vec{\tau}$, где S – дуговая координата; $\vec{\tau}$ – единичный вектор касательной к траектории движения, направленный в сторону положительного направления дуговой координаты. Величина $V_\tau = \dot{S}$ называется алгебраической скоростью точки и представляет собой проекцию вектора скорости точки на касательную к траектории.

Вектор ускорения точки \vec{a} раскладывается на составляющие по направлениям естественных осей – касательную (ось τ) и перпендикулярную к ней нормальную (ось n):

$$\vec{a} = a_\tau\vec{\tau} + a_n\vec{n} \text{ или } \vec{a} = \vec{a}_\tau + \vec{a}_n,$$

где $\vec{\tau}$ – единичный направляющий вектор касательной; \vec{n} – единичный направляющий вектор нормали траектории; a_τ – проекция ускорения точки на касательную называется **касательным ускорением**; a_n – проекция вектора ускорения точки на нормаль называется **нормальным ускорением** (рис. 2.3). Касательная составляющая ускорения характеризует изменение величины скорости точки, нормальная – изменение направления вектора скорости.

Если проекции V_τ и a_τ имеют одинаковые знаки (направлены в одну сторону), движение будет ускоренным, если разных знаков (разнонаправлены) – замедленным (см. рис. 2.3, *a*, *b*).

Проекции ускорения на естественные оси и модуль вектора ускорения вычисляются по формулам:

$$a_\tau = \ddot{S} = \dot{V}_\tau, \quad a_n = \frac{V^2}{\rho};$$

$$a = \sqrt{a_n^2 + a_\tau^2},$$

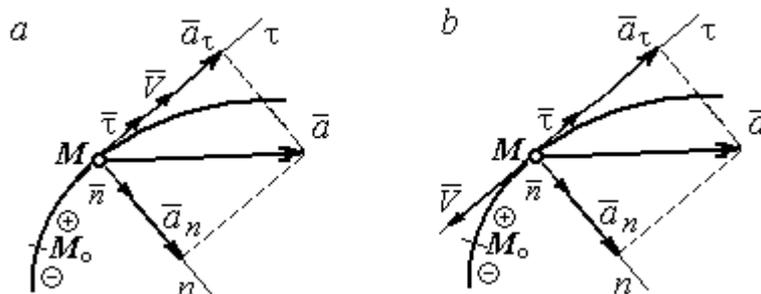


Рис. 2.3. Скорость и ускорение точки. Разложение ускорения на нормальную и касательную составляющие:
a – ускоренное движение; *b* – замедленное движение

где ρ – радиус кривизны траектории. Иногда при вычислении касательной составляющей ускорения удобнее пользоваться формулой $a_\tau = \frac{a_x V_x + a_y V_y}{V_\tau}$.

Вектор нормальной составляющей ускорения \vec{a}_n всегда направлен к центру кривизны траектории. Вектор касательной составляющей ускорения \vec{a}_τ направлен в сторону положительного направления касательной (по направлению единичного вектора $\vec{\tau}$), если $\ddot{S} > 0$, и в противоположную сторону – при $\ddot{S} < 0$.

Криволинейное движение точки называется **равномерным**, если проекция вектора скорости на касательную – постоянная величина: $V_\tau = \text{const}$.

Криволинейное движение точки называется **равнопеременным**, если постоянна проекция вектора ускорения на касательную: $a_\tau = \text{const}$.

Примеры решения задач на криволинейное движение точки

Задача 20. Движение точки задано координатным способом уравнениями $x(t) = 2\sin\pi t$, $y(t) = \cos 2\pi t$, где x, y – в сантиметрах, t – в секундах.

Найти траекторию точки, величину и направление скорости и ускорения в моменты времени $t_1 = 0,25$ с, $t_2 = 0,75$ с. Определить участки ускоренного и замедленного движений точки.

Решение

Определяем траекторию точки. Из уравнений движения находим $y = \cos 2\pi t = \cos^2 \pi t - \sin^2 \pi t = 1 - 2\sin^2 \pi t = 1 - \frac{x^2}{2}$. Траекторией точки является парабола $y = 1 - \frac{x^2}{2}$ (рис. 2.4). Однако не вся парабола будет траекторией движения, а только та её часть, точки которой согласно уравнениям движения удовлетворяют неравенствам: $-2 \leq x \leq 2$, $-1 \leq y \leq 1$.

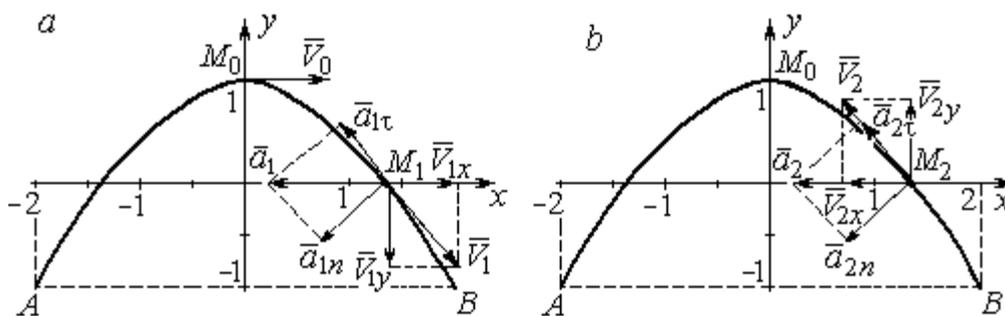


Рис. 2.4. Траектория движения точки:

a – замедленное движение точки на участке от M_0 к B ;
b – ускоренное движение точки на участке от B к M_0

Определяем параметры движения точки в момент времени $t_1 = 0,25$ с.

Находим координаты x_1, y_1 положения точки M_1 :

$$x_1 = x(0,25) = 2\sin \frac{\pi}{4} = \sqrt{2} \text{ см}, \quad y_1 = y(0,25) = \cos \frac{\pi}{2} = 0.$$

Находим проекции V_{1x}, V_{1y} вектора \vec{V}_1 скорости точки на оси системы координат:

$$V_x(t) = \dot{x} = 2\pi \cos \pi t; \quad V_y(t) = \dot{y} = -2\pi \sin 2\pi t;$$

$$V_{1x} = V_x(0,25) = 2\pi \cos \frac{\pi}{4} = \pi\sqrt{2} \text{ см/с}; \quad V_{1y} = V_y(0,25) = -2\pi \sin \frac{\pi}{2} = -2\pi \text{ см/с}.$$

Модуль скорости $V_1 = \sqrt{V_{1x}^2 + V_{1y}^2} = \pi\sqrt{6}$ см/с.

Находим проекции a_{1x} , a_{1y} вектора \vec{a}_1 ускорения точки на оси системы координат:

$$a_x(t) = \dot{V}_x = -2\pi^2 \sin \pi t; \quad a_y(t) = \dot{V}_y = -4\pi^2 \cos 2\pi t;$$

$$a_{1x} = a_x(0,25) = -2\pi^2 \sin \frac{\pi}{4} = -\pi^2 \sqrt{2} \text{ см/с}^2; \quad a_{1y} = a_y(0,25) = -4\pi^2 \cos \frac{\pi}{2} = 0.$$

Модуль вектора ускорения $a_1 = \sqrt{a_{1x}^2 + a_{1y}^2} = \pi^2 \sqrt{2}$ см/с.

Положение точки M_1 в момент времени $t_1 = 0,25$ с, построение векторов скорости \vec{V}_1 и ускорения \vec{a}_1 по их проекциям показано на рис. 2.4, а.

Для того чтобы определить характер движения точки в положении M_1 – ускоренное или замедленное, найдём направление касательного ускорения. С этой целью разложим известный уже вектор ускорения \vec{a}_1 на нормальную и касательную составляющие согласно равенству $\vec{a}_1 = \vec{a}_{1\tau} + \vec{a}_{1n}$. При этом направление касательной совпадает с направлением вектора скорости \vec{V}_1 , а направление нормали – перпендикулярно ему. Касательное ускорение $\vec{a}_{1\tau}$ оказалось направленным противоположно вектору скорости \vec{V}_1 (см. рис. 2.4, а). Следовательно, точка в рассматриваемый момент движется замедленно.

В момент времени $t_2 = 0,75$ с положение M_2 совпадает с положением M_1 :

$$x_2 = x(0,75) = 2\sin \frac{3\pi}{4} = \sqrt{2} \text{ см}; \quad y_2 = y(0,75) = \cos 2\pi \frac{3}{4} = 0.$$

Проекции векторов скорости \vec{V}_2 и ускорения \vec{a}_2 точки на оси координат:

$$V_{2x} = V_x(0,75) = 2\pi \cos \frac{3\pi}{4} = -\pi\sqrt{2} \text{ см/с}; \quad V_{2y} = V_y(0,75) = -2\pi \sin 2\pi \frac{3}{4} = 2\pi \text{ см/с};$$

$$a_{2x} = a_x(0,75) = -2\pi^2 \sin \frac{3\pi}{4} = -\pi^2 \sqrt{2} \text{ см/с}^2; \quad a_{2y} = a_y(0,75) = -4\pi^2 \cos 2\pi \frac{3}{4} = 0.$$

Модули скорости и ускорения точки в момент времени $t_2 = 0,75$ с:

$$V_2 = \sqrt{V_{2x}^2 + V_{2y}^2} = \pi\sqrt{6} \text{ см/с}; \quad a_2 = |a_{2x}| = \pi^2\sqrt{2} \text{ см/с}^2.$$

Положение точки M_2 в момент времени $t_2 = 0,75$ с, построение векторов скорости \vec{V}_2 и ускорения \vec{a}_2 по их проекциям, а также разложение вектора ускорения \vec{a}_2 на составляющие \vec{a}_{2n} и $\vec{a}_{2\tau}$ показано на рис. 2.4, *b*. В данном случае вектор касательного ускорения совпадает по направлению с вектором скорости (см. рис. 2.4, *b*), поэтому движение ускоренное.

В целом движение точки по траектории происходит следующим образом. Из начального положения M_0 ($t_0 = 0$) точка с замедлением перемещается по правой ветви параболы. Достигнув положения B на траектории ($t_B = 0,5$ с), точка совершает мгновенную остановку и начинает обратное ускоренное движение. Достигнув положения M_0 ($t_{M_0} = 1$ с), точка переходит на левую часть параболы, где движется аналогично.

Задача 21. Рудничный поезд выходит на закруглённый участок пути радиуса $R = 1$ км с начальной скоростью 54 км/ч. Считая движение поезда равнопеременным, определить его скорость и ускорение в конце 10-й секунды движения по закруглённому участку, если за это время поезд прошёл путь 500 м.

Решение

Примем за начало отсчёта расстояния точку M_0 , где поезд выходит на за-

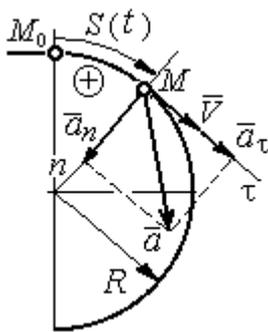


Рис. 2.5. Скорость и ускорение поезда

круглённый участок пути (рис. 2.5). Предположим, движение поезда равноускоренное и происходит в сторону возрастания дуговой координаты S . В этом случае вектор скорости и вектор касательного ускорения направлены в положительную сторону касательной.

При равнопеременном движении проекция вектора ускорения на касательную постоянна: $a_\tau = \text{const}$. Так как

$a_\tau = \frac{dV_\tau}{dt}$, то $V_\tau = a_\tau t + C_1$, где V_τ – проекция вектора скорости на касательную

ось. Далее, поскольку $V_\tau = \frac{dS}{dt}$, имеем $S = \frac{a_\tau t^2}{2} + C_1 t + C_2$. Константы интегрирования C_1 и C_2 находятся из начальных условий: при $t = 0$ $S = 0$ и $V_\tau = V_0 = 54 \text{ км/ч} = 15 \text{ м/с}$. Подставив эти условия в уравнения движения, найдём константы интегрирования: $C_1 = 15 \text{ м/с}$; $C_2 = 0$.

В результате получена система уравнений:

$$V_\tau = a_\tau t + 15; \quad S = \frac{a_\tau t^2}{2} + 15t.$$

По условию задачи через 10 с от начала движения по закруглённому участку поезд прошёл по дуге путь $S = 500 \text{ м}$. Подставляя это условие во второе уравнение, получим $a_\tau = 7 \text{ м/с}^2$. Скорость поезда в конце пройденного пути с учётом известной величины касательного ускорения найдём из первого уравнения $V_\tau = 85 \text{ м/с}$. Следует заметить, что при указанном движении поезда проекция вектора скорости на касательную ось положительна и равна его модулю: $V_\tau = V$.

Нормальное ускорение поезда при движении по дуге окружности радиуса $R = 1000 \text{ м}$ в момент времени $t = 10 \text{ с}$ равно $a_n = \frac{V_\tau^2}{R} = 7,23 \text{ м/с}^2$. Величина (модуль) полного ускорения поезда $a = \sqrt{a_n^2 + a_\tau^2} = 10,06 \text{ м/с}^2$. Разложение вектора ускорения поезда на нормальную и касательную составляющие показано на рис. 2.5.

Задача 22. Вагонетка движется равнопеременно по дуге окружности радиуса $R = 80 \text{ м}$. За время движения скорость вагонетки изменилась от начальной $V_0 = 18 \text{ км/ч}$ до конечной $V_1 = 9 \text{ км/ч}$.

Определить характер движения – ускоренное или замедленное. Найти ускорение вагонетки в начале и в конце участка движения, если за это время она прошла путь $S = 60 \text{ м}$.

Решение

Выберем некоторую точку на траектории в качестве начальной, а направление положительного отсчёта расстояний – в сторону движения вагонетки.

Уравнения равнопеременного движения точки при начальных условиях: $t = 0$; $S = 0$ и $V_\tau = V_0 = 5$ м/с имеют вид:

$$V_\tau = 5 + a_\tau t; \quad S = 5t + \frac{a_\tau t^2}{2}.$$

Подставим в уравнения параметры движения в момент времени $t = t_1$, когда скорость вагонетки стала $V_{1\tau} = 2,5$ м/с, а пройденный ею путь составил 60 м.

Получим систему:

$$-2,5 = a_\tau t_1; \quad 60 = 5t_1 + \frac{a_\tau t_1^2}{2},$$

откуда найдём касательное ускорение: $a_\tau = -0,16$ м/с².

Отрицательная величина означает, что вектор касательного ускорения направлен в сторону, противоположную направлению вектора скорости, и движение равнозамедленное.

Нормальное ускорение вагонетки в начале движения $a_{n0} = \frac{V_0^2}{R} = 0,31$ м/с².

Полное ускорение $a_0 = \sqrt{a_{n0}^2 + a_\tau^2} = 0,35$ м/с². В конце движения нормальное

ускорение $a_{n1} = \frac{V_1^2}{R} = 0,08$ м/с². Полное ускорение $a_1 = \sqrt{a_{n1}^2 + a_\tau^2} = 0,18$ м/с².

2.2. Поступательное движение и вращение твёрдого тела вокруг неподвижной оси

Движение твёрдого тела называется **поступательным**, если любой прямолинейный отрезок, связанный с телом, остаётся в процессе движения параллельным самому себе. При **поступательном** движении твёрдого тела все его

точки движутся по одинаковым траекториям, имеют равные скорости и ускорения.

Вращением твёрдого тела вокруг неподвижной оси называется такое его движение, при котором две точки тела остаются неподвижными в течение всего времени движения. Прямая, проходящая через неподвижные точки, называется **осью вращения** тела.

Положение вращающегося тела определяется углом поворота $\varphi = \varphi(t)$ относительно какой-либо системы отсчёта, например, относительно неподвижной плоскости, проходящей через ось вращения.

Вектор угловой скорости вращения тела $\vec{\omega}$ лежит на оси вращения и направлен в сторону, откуда вращение тела видно против хода часовой стрелки. **Алгебраическим значением угловой скорости** вращения тела называют проекцию вектора угловой скорости на ось вращения (ось z) $\omega_z = \dot{\varphi}$. При $\dot{\varphi} > 0$ тело вращается в сторону положительного направления отсчёта угла φ , при $\dot{\varphi} < 0$ – в обратную сторону. Направление угловой скорости обычно показывают дуговой стрелкой вокруг оси вращения. Модуль алгебраического значения угловой скорости вращения тела называется угловой скоростью $\omega = |\omega_z| = |\dot{\varphi}|$.

Алгебраическим значением **углового ускорения** вращающегося тела называют проекцию вектора углового ускорения на ось вращения (ось z) $\varepsilon_z = \dot{\omega}_z = \ddot{\varphi}$. Модуль алгебраического значения углового ускорения вращения тела называется угловым ускорением: $\varepsilon = |\varepsilon_z| = |\dot{\omega}_z| = |\ddot{\varphi}|$.

Вектор углового ускорения направлен вдоль оси вращения. Если $\varepsilon_z \omega_z > 0$ (вектора угловой скорости и углового ускорения сонаправлены), движение ускоренное, если $\varepsilon_z \omega_z < 0$ (векторы угловой скорости и углового ускорения противоположны по направлению), – замедленное.

При равномерном вращении угловая скорость тела (алгебраическое значение) – постоянная величина: $\omega_z = \text{const}$. Угол поворота тела изменяется по линейному закону $\varphi = \varphi_0 + \omega_z t$, где φ_0 – начальный угол поворота тела.

При равнопеременном вращении постоянной величиной является алгебраическое значение углового ускорения: $\varepsilon_z = \text{const}$. В этом случае справедливы уравнения движения: $\omega_z = \omega_{z0} + \varepsilon_z t$; $\varphi = \varphi_0 + \omega_{z0} t + \frac{\varepsilon_z t^2}{2}$.

При вращательном движении тела все его точки движутся по окружностям, радиусы которых равны расстояниям от выбранной точки до неподвижной оси. **Скорость точки** вращающегося твердого тела (в отличие от угловой скорости тела) называют **линейной**, или **окружной скоростью** точки. Модуль скорости точки рассчитывается по формуле: $V = \omega h$, где ω – угловая скорость тела; h – расстояние от точки до оси вращения. Вектор скорости направлен по

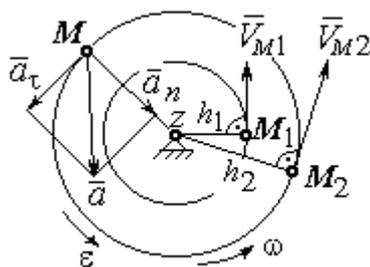


Рис. 2.6. Скорость и ускорение точек вращающегося тела

касательной к описываемой точкой окружности в сторону вращения тела.

При вращении тела отношение скоростей двух точек тела равно отношению расстояний от

этих точек до оси вращения: $\frac{V_{M_1}}{V_{M_2}} = \frac{h_1}{h_2}$ (рис. 2.6).

Ускорение точки вращающегося твердого

тела рассчитывается как ускорение точки при естественном способе задания движения в виде суммы векторов касательного и нормального ускорений

(см. рис. 2.6): $\vec{a} = \vec{a}_\tau + \vec{a}_n$, где модули векторов $a_\tau = \varepsilon h$, $a_n = \omega^2 h$;

$a = \sqrt{a_\tau^2 + a_n^2}$; ω , ε – угловая скорость и угловое ускорение тела, $\varepsilon = |\varepsilon_z|$; h –

расстояние от точки до оси вращения. **Вектор касательного ускорения точки**

\vec{a}_τ направлен по касательной к описываемой точкой окружности в сторону движения точки, если вращение тела ускоренное, и в противоположную сторо-

ну, если движение тела замедленное. **Вектор нормального ускорения точки** \vec{a}_n направлен вдоль радиуса описываемой точкой окружности к её центру.

При **передаче вращения** одного тела другому без проскальзывания соотношения между угловыми скоростями и угловыми ускорениями выражаются из равенства скоростей и касательных ускорений в точке

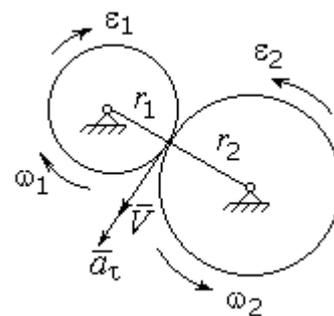


Рис. 2.7. Передача вращения одного тела другому

ке контакта: $\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{r_2}{r_1}$; $\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} = \frac{r_2}{r_1}$ (рис. 2.7).

Примеры решения задач на вращательное движение тел

Задача 23. Вал, начиная вращаться равноускоренно из состояния покоя, за первые 2 мин. сделал 3600 оборотов. Определить угловую скорость вала в конце 2-й минуты и угловое ускорение вала.

Решение

Допустим, вращение вала вокруг оси z происходит в сторону положительного направления отсчёта угла. Тогда алгебраические значения угловой скорости и углового ускорения равны модулям соответствующих векторов $\omega_z = \omega$; $\varepsilon_z = \varepsilon$.

Воспользуемся уравнениями равнопеременного вращения вала с нулевыми начальными условиями (начальный угол поворота $\varphi_0 = 0$ и начальная угловая скорость вала $\omega_0 = 0$). Имеем $\omega = \varepsilon t$; $\varphi = \frac{\varepsilon t^2}{2}$.

Подставим в уравнения параметры движения вала в момент времени $t = t_1 = 2 \text{ мин} = 120 \text{ с}$; $\varphi_1 = 3600 \text{ об} = 7200\pi \text{ рад}$. Получим систему:

$$\omega_1 = \varepsilon \cdot 120, \quad 7200\pi = \frac{\varepsilon \cdot 120^2}{2}, \text{ откуда } \varepsilon = \pi \text{ с}^{-2}; \quad \omega_1 = 120\pi \text{ с}^{-1}.$$

Задача 24. В механизме стрелочного индикатора (рис. 2.8) движение от рейки мерительного штифта 1 передаётся шестерне 2, скреплённой на одной

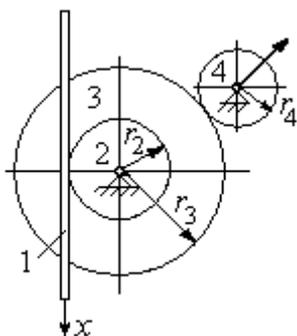


Рис. 2.8. Механизм стрелочного индикатора

оси с зубчатым колесом 3. Колесо 3 сцепляется, в свою очередь, с шестернёй 4, несущей стрелку-индикатор. Определить угловую скорость стрелки, если движение штифта задаётся уравнением $x = 4\sin\pi t$ и радиусы зубчатых колёс: $r_2 = 6$ см, $r_3 = 10$ см, $r_4 = 4$ см.

Решение

Мерительный штифт движется поступательно вдоль оси x (см. рис. 2.8). Проекция скорости любой точки штифта на ось x $V_{1x} = \dot{x} = 4\pi\cos\pi t$ см/с. Такую же скорость имеет и точка касания штифта с шестернёй 2.

Полагая, что точка касания штифта с шестернёй 2 принадлежит и шестерне, найдём алгебраическое значение угловой скорости шестерни 2:

$$\omega_{2z} = \frac{V_{1x}}{r_2} = \frac{4\pi\cos\pi t}{6} = \frac{2\pi}{3}\cos\pi t \text{ рад/с.}$$

Зубчатое колесо 3 скреплено с шестернёй 2 на одной оси и имеет ту же угловую скорость $\omega_{3z} = \omega_{2z}$. Вращение колеса 3 через точку зацепления передаётся шестерне 4. Выразим соотношение между алгебраическими значениями угловых скоростей при передаче вращения одно-

$$\text{го тела другому: } \frac{\omega_{3z}}{\omega_{4z}} = \frac{r_4}{r_3}. \text{ Отсюда получим: } \omega_{4z} = \frac{V_{1x}r_3}{r_2r_4} = \frac{5\pi}{3}\cos\pi t \text{ с}^{-1}.$$

Угловая скорость стрелки равна угловой скорости шестерни 4.

Задача 25. Ведущее колесо 1 подъёмного устройства (рис. 2.9) передаёт движение шестерне 2. На одной оси с шестернёй 2 расположен шкив 3, жёстко скреплённый с шестернёй. Шкив 3 соединяется со шкивом 4 бесконечным

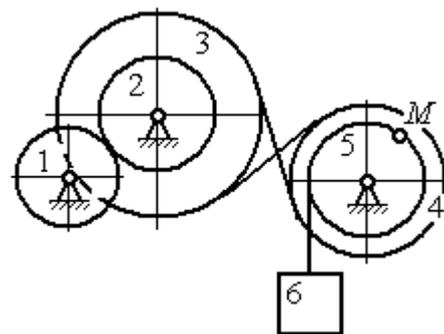


Рис. 2.9. Схема механизма подъёмного устройства

перекрёстным ремнём. Барабан 5 скреплён со шкивом 4 и находится с ним на одной оси. На барабан намотана нить, удерживающая груз 6. По заданному уравнению движения колеса 1 определить скорость, нормальное, касательное и полное ускорения точки M на ободу барабана 5 в момент времени $t_1 = 1$ с, а также скорость и ускорение груза 6. Скольжение между звеньями механизма отсутствует.

Значения радиусов колёса, шкивов и барабана механизма: $r_1 = 20$ см, $r_2 = 10$ см, $r_3 = 40$ см, $r_4 = 16$ см, $r_5 = 8$ см. Уравнение вращения колеса 1: $\varphi_1 = 2t^2 - 5t$ рад.

Решение

Ведущим звеном в механизме является колесо 1. Выберем положительное направление отсчёта угла поворота колеса 1 в сторону, противоположную

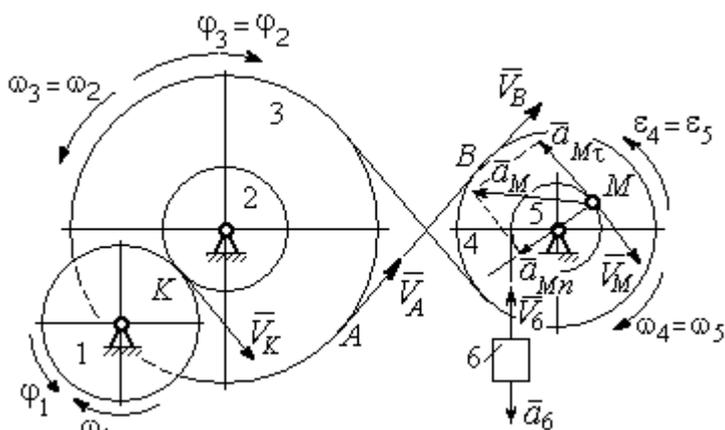


Рис. 2.10. Расчётная схема механизма

направлению вращения часовой стрелки. На рис. 2.10 это направление показано дуговой стрелкой φ_1 .

Продифференцировав по времени уравнение движения колеса 1, получим алгебраическое значение его угловой

скорости: $\omega_{1z} = \dot{\varphi}_1 = 4t - 5$ рад/с. В момент времени $t_1 = 1$ с алгебраическое значение угловой скорости колеса 1 отрицательно: $\dot{\varphi}_1(1) = -1$ рад/с. Это означает, что в данный момент времени колесо 1 вращается в сторону, противоположную положительному направлению отсчёта угла φ_1 . Угловая скорость колеса 1 равна модулю: $\omega_1 = |\omega_{1z}| = 1$ рад/с. Направление угловой скорости ω_1 колеса 1 в момент времени $t_1 = 1$ с показано дуговой стрелкой ω_1 .

Вращение колеса 1 передаётся шестерне 2 через точку контакта K . Из соотношения $\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{r_2}{r_1}$ найдём угловую скорость шестерни 2: $\omega_2 = \frac{\omega_1 r_1}{r_2}$. Шкив 3, закреплённый на одной оси с шестернёй 2 имеет такую же угловую скорость, $\omega_3 = \omega_2$. Направление угловых скоростей шестерни 2 и шкива 3 показано на рис. 2.10 дуговой стрелкой ω_2 .

Передача движения шкива 3 шкиву 4 производится с помощью ремённой передачи. На участке от точки A , где ремень сходит со шкива 3, и до точки B , где ремень набегаёт на шкив 4, ремень движется поступательно, поэтому скорости точек A и B равны: $V_A = V_B$. Выразив скорости точек через угловые скорости тел, имеем равенство $\omega_3 r_3 = \omega_4 r_4$, откуда с учётом, что $\omega_3 = \omega_2$, найдём угловую скорость шкива 4: $\omega_4 = \frac{\omega_3 r_3}{r_4} = \frac{\omega_1 r_1 r_3}{r_2 r_4}$. Угловая скорость барабана 5 равна угловой скорости шкива 4, $\omega_5 = \omega_4$. Направление угловых скоростей шкива 4 и барабана 5 показано на рис. 2.10 дуговой стрелкой ω_4 .

Величина (модуль) скорости точки M рассчитывается по формуле:

$$V_M = \omega_5 r_5. \text{ В момент времени } t_1 = 1 \text{ с } \omega_5 = \frac{\omega_1 r_1 r_3}{r_2 r_4} = 5 \text{ рад/с и } V_M = 20 \text{ см/с.}$$

Вектор скорости \vec{V}_M направлен по касательной к ободу барабана в точке M и направлен в сторону вращения барабана 5 (см. рис. 2.10).

Нить, несущая груз 6, сматываясь с обода барабана, имеет скорость, равную скорости точек обода барабана, и, следовательно, равна скорости точки M : $V_6 = V_M$. Направление скорости груза 6 определяется направлением вращения барабана 5. При $t_1 = 1$ с груз поднимается со скоростью $V_6 = 20$ см/с.

Определим ускорение точки M . Вектор ускорения точки M равен сумме векторов: $\vec{a}_M = \vec{a}_M^\tau + \vec{a}_M^n$, где \vec{a}_M^τ , \vec{a}_M^n — касательная и нормальная составляющие ускорения.

Найдём алгебраическое значение угловой скорости барабана 5:

$$\omega_{5z} = \frac{\omega_{1z} r_1 r_3}{r_2 r_4} = 20t - 25 \text{ рад/с.}$$

Алгебраическое значение углового ускорения барабана 5 ε_{5z} равно производной $\varepsilon_{5z} = \dot{\omega}_{5z} = 20 \text{ рад/с}^2$. Так как в момент времени $t_1 = 1 \text{ с}$ знаки алгебраических значений угловой скорости барабана и его углового ускорения разные ($\omega_{5z} = -5 \text{ рад/с}$, $\vec{a}_M = \vec{a}_M^\tau + \vec{a}_M^n$, $\varepsilon_{5z} = +20 \text{ рад/с}^2$), угловое ускорение (по величине равное модулю $\varepsilon_5 = |\varepsilon_{5z}|$) направлено в сторону, противоположную угловой скорости. На рис. 2.10 направление углового ускорения барабана 5 показано дуговой стрелкой ε_5 .

Касательное ускорение точки: $a_{M\tau} = \varepsilon_5 r_5 = 80 \text{ см/с}^2$. Вектор $\vec{a}_{M\tau}$ касательного ускорения точки M направлен по касательной к траектории в точке M в сторону углового ускорения ε_5 (см. рис. 2.10).

Нормальное ускорение точки M рассчитывается как $a_M^n = \omega_5^2 r_5$, где угловая скорость барабана $\omega_5 = |\omega_{5z}|$. В момент времени $t_1 = 1 \text{ с}$ $\omega_5 = 5 \text{ рад/с}$ и величина нормального ускорения: $\vec{a}_M^n = 100 \text{ см/с}^2$. Вектор нормального ускорения \vec{a}_M^n направлен по радиусу к центру барабана 5.

Модуль полного ускорения точки M в заданный момент времени: $a_M = \sqrt{(a_M^\tau)^2 + (a_M^n)^2} = 128,06 \text{ см/с}^2$. Вектор ускорения \vec{a}_M направлен по диагонали прямоугольника, построенного на векторах \vec{a}_M^n и \vec{a}_M^τ (см. рис. 2.10).

Ускорение a_6 груза 6 находится из условия, что груз движется прямолинейно. При прямолинейном движении нормальная составляющая ускорения равна нулю. В результате, ускорение груза 6 $a_6 = a_6^\tau = \dot{V}_6 = \dot{V}_M = a_M^\tau = \varepsilon_5 r_5 = 80 \text{ см/с}^2$. Направление вектора ускорения груза 6 определяется направлением углового ускорения барабана 5. На рис. 2.10 направление ускорения груза 6 показано вектором \vec{a}_6 .

Задача 26. По заданному уравнению поступательного движения звена 1 механизма (рис. 2.11, *a*) определить скорость, нормальное, касательное и полное ускорения точки M диска 3 в момент времени $t_1 = 1$ с, а также скорость и ускорение звена 4. Скольжение между звеньями механизма отсутствует. Значения радиусов колес механизма и закон движения звена 1: $R_2 = 20$ см, $r_2 = 5$ см, $R_3 = 8$ см, $r_3 = 4$ см, $x_1 = \cos \pi t + \sin \pi t$ см.

Решение

Звено 1 движется поступательно вдоль оси x . Положительное направление движения задаётся направлением оси x (рис. 2.11, *a*). Продифференцировав по времени уравнение движения звена 1, получим его алгебраическое значение скорости: $V_{1x}(t) = \dot{x}_1 = -\pi \sin \pi t + \pi \cos \pi t$.

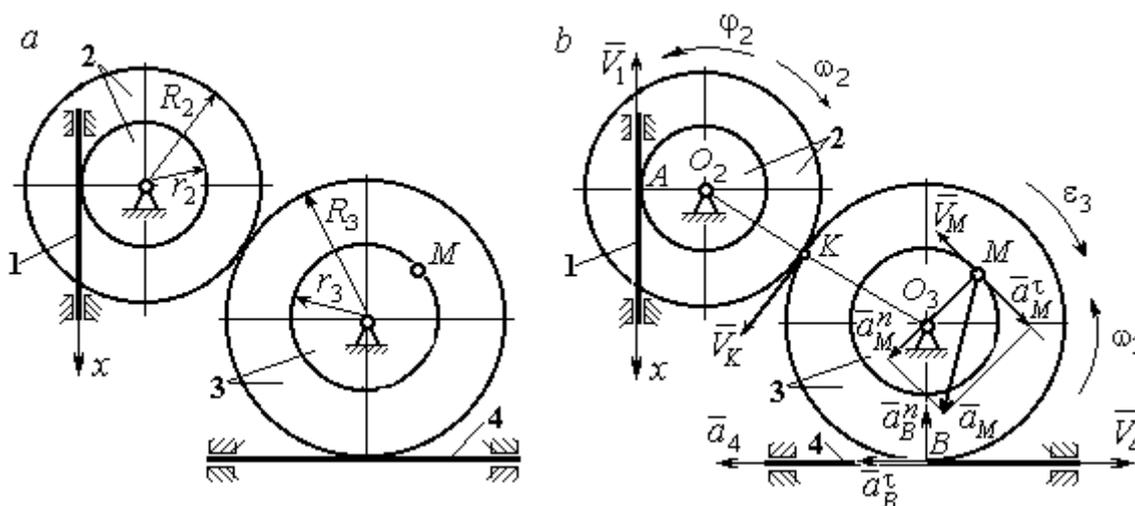


Рис. 2.11. Кинематика поступательного и вращательного движений твердого тела: *a* – схема механизма; *b* – расчетная схема для определения скоростей и ускорений точек механизма

В момент времени $t_1 = 1$ с алгебраическое значение скорости звена 1 отрицательное: $V_{1x}(1) = -\pi$ см/с. Это показывает, что в данный момент времени звено 1 движется в сторону, противоположную положительному направлению оси x . Скорость звена 1 равна модулю производной $V_1(1) = |\dot{x}_1| = \pi$ см/с. На рис. 2.11, *b* показано направление вектора скорости \vec{V}_1 .

Точка A соприкосновения звена 1 с диском 2 имеет ту же скорость, что и звено 1. Угловая скорость диска 2 определяется из равенства $\omega_2 = \frac{V_1}{r_2}$ рад/с.

Направление угловой скорости вращения диска 2 показано на рис. 2.11, b дуговой стрелкой ω_2 .

Передача вращения диска 2 диску 3 происходит в точке K . Из соотношения $\frac{\omega_3}{\omega_2} = \frac{R_2}{R_3}$ находим угловую скорость диска 3: $\omega_3 = \frac{V_1 R_2}{r_2 R_3} = \frac{\pi}{2}$. Направление угловой скорости диска 3 показано на рис. 2.11, b дуговой стрелкой ω_3 .

Модуль скорости точки M $V_M = \omega_3 r_3 = 2\pi$ см/с. Вектор скорости \vec{V}_M направлен по касательной к траектории движения точки M в сторону вращения диска 3 (см. рис. 2.11, b).

Звено 4 движется поступательно. Величина и направление скорости звена 4 совпадают с величиной и направлением скорости точки B касания звена 4 с диском 3: $V_4 = V_B = \omega_3 R_3$. В момент времени $t_1 = 1$ с $V_4 = 4\pi$ см/с. Направление вектора скорости \vec{V}_4 определяется направлением вращения диска 3.

Определим ускорение точки M . Найдём алгебраическое значение ω_{3z} угловой скорости диска 3: $\omega_{3z} = \frac{V_{1x} R_2}{r_2 R_3} = \frac{\pi}{2}(-\sin\pi t + \cos\pi t)$. Алгебраическое значение

углового ускорения диска 3: $\varepsilon_{3z} = \dot{\omega}_{3z} = -\frac{\pi^2}{2}(\cos\pi t + \sin\pi t)$ и в момент времени $t_1 = 1$ с $\varepsilon_{3z} = \frac{\pi^2}{2}$.

Разные знаки алгебраических значений угловой скорости и углового ускорения диска 3 ($\omega_{3z} = -\frac{\pi}{2}$; $\varepsilon_{3z} = +\frac{\pi^2}{2}$) показывают, что

угловое ускорение направлено в сторону, противоположную угловой скорости. На рис 2.11, b направление углового ускорения диска 3 показано дуговой стрелкой ε_3 .

Касательное ускорение точки M рассчитывается по формуле $a_M^\tau = \varepsilon_3 r_3$, где угловое ускорение $\varepsilon_3 = |\varepsilon_{3z}|$. В момент времени $t_1 = 1$ с $a_M^\tau = 2\pi^2$ см/с². Вектор касательного ускорения точки M \vec{a}_M^τ направлен по касательной к траектории точки M в сторону углового ускорения ε_3 (см. рис. 2.11, б).

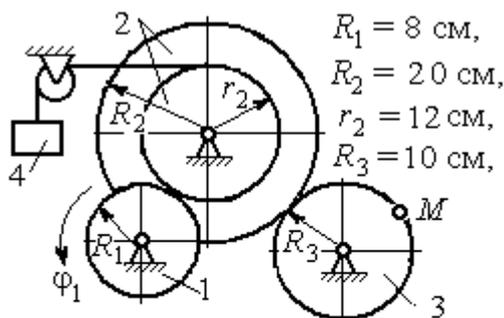
Нормальное ускорение точки M рассчитывается как $a_M^n = \omega_3^2 r_3$. В момент времени $t_1 = 1$ с величина нормального ускорения $a_M^n = \pi^2$ см/с². Вектор нормального ускорения \vec{a}_M^n направлен по радиусу к центру диска 3.

Модуль полного ускорения точки M : $a_M = \sqrt{(a_M^n)^2 + (a_M^\tau)^2} = \pi^2 \sqrt{5}$ см/с². Вектор полного ускорения \vec{a}_M направлен по диагонали прямоугольника, построенного на векторах \vec{a}_M^n и \vec{a}_M^τ .

Звено 4 движется поступательно и прямолинейно. Ускорение звена 4 равно проекции ускорения точки B (касания диска 3 со звеном 4) на линию движения звена 4: $a_4 = a_B^\tau = \varepsilon_3 R_3 = 4\pi^2$ см/с². Направление ускорения звена 4 совпадает с касательным ускорением точки B .

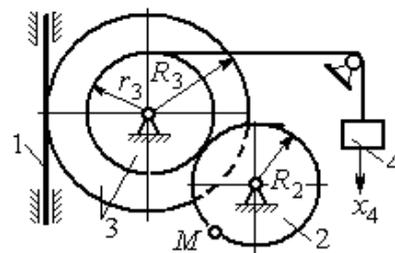
Упражнения

Упражнение 2.1



$\varphi_1 = 3t + 2 \sin \frac{\pi t}{2}$ рад,
 Найти скорость и ускорение точки M и груза 4 в момент $t = 1$ с

Упражнение 2.2



$R_2 = 0,2$ м, $R_3 = 0,4$ м, $r_3 = 0,3$ м,
 $x_4 = t - 1 - \sin \frac{\pi t}{3} + \cos \frac{\pi t}{3}$ м.

Найти скорость и ускорение точки M и звена 1 в момент $t = t_1 = 3$ с.

Рис. 2.12. Задания для самостоятельного решения. Упражнения 2.1, 2.2

2.3. Скорости точек при плоскопараллельном движении твёрдого тела

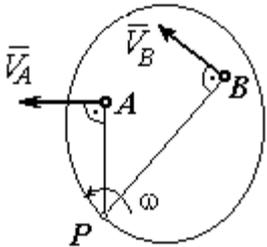
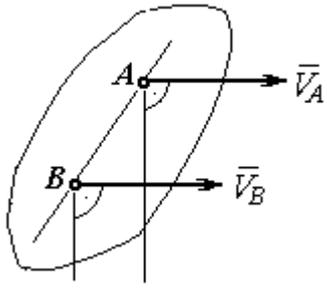
Плоскопараллельным, или **плоским** движением твёрдого тела, называется такое движение, при котором все точки тела движутся параллельно некоторой неподвижной (основной) плоскости.

Для скоростей \vec{V}_A и \vec{V}_M двух точек A и M тела, совершающего плоское движение, справедливо утверждение: **проекции скоростей двух точек твёрдого тела на ось, проходящую через эти точки, равны друг другу:** $V_A \cos \alpha = V_M \cos \beta$, где α, β – углы между векторами скорости \vec{V}_A и \vec{V}_M и осью, проходящей через точки A и M .

Мгновенным центром скоростей (МЦС) называется точка P плоской фигуры, скорость которой в данный момент времени равна нулю. При известном положении МЦС скорость любой точки плоской фигуры находят так, как если бы движение фигуры было мгновенно вращательным вокруг мгновенного центра скоростей с угловой скоростью, равной угловой скорости плоской фигуры. Способы построения мгновенного центра скоростей приведены в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Способы построения мгновенного центра скоростей

<p>1. Если известны направления скоростей \vec{V}_A и \vec{V}_B каких-нибудь двух точек A и B плоской фигуры, то мгновенный центр скоростей P находится в точке пересечения перпендикуляров, восстановленных из этих точек к векторам скоростей.</p>	
<p>2. Если скорости двух точек \vec{V}_A и \vec{V}_B параллельны, но точки A и B не лежат на общем перпендикуляре к скоростям, то, как видно из рисунка, мгновенный центр P бесконечно удалён. В этом случае угловая скорость $\omega = 0$ и тело в данный момент движется поступательно (движение является мгновенным поступательным). При таком движении скорость любой точки тела равна \vec{V}_A.</p>	

<p>3. Если скорости двух точек \vec{V}_A и \vec{V}_B параллельны, а точки A и B лежат на общем перпендикуляре к скоростям, то мгновенный центр скоростей P находится как пересечение прямой, соединяющей точки A и B и линии, проходящей через концы векторов, изображающих скорости \vec{V}_A и \vec{V}_B.</p>	
<p>4. Если плоскопараллельное движение осуществляется путем качения без скольжения одного тела по неподвижной поверхности другого, то мгновенный центр скоростей P расположен в точке касания катящегося тела с неподвижной поверхностью.</p>	

Примеры решения задач на плоскопараллельное движение тела

Задача 27. Приводной механизм насоса находится в положении, показанном на рис. 2.13. Кривошип O_1C вращается с постоянной угловой скоростью

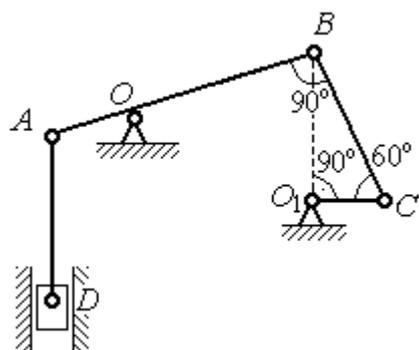


Рис. 2.13. Приводной механизм насоса

$\omega_{O_1C} = 2$ рад/с вокруг оси, проходящей через точку O_1 перпендикулярно плоскости чертежа. Определить скорость поршня D и угловые скорости шатуна BC , коромысла AB и штока AD , если $O_1C = 20$ см, $OB = 2 \cdot OA = 40$ см, $AD = 60$ см.

Решение

Предположим для определённости, что кривошип O_1C вращается в направлении по ходу часовой стрелки. Вектор \vec{V}_C скорости точки C направлен

перпендикулярно кривошипу O_1C , в сторону его вращения (рис. 2.14). Модуль скорости $V_C = \omega_{O_1C} \cdot O_1C = 40$ см/с.

Коромысло AB качается (вращается) вокруг оси, проходящей через точку O , параллельно оси вращения кривошипа.

Скорость точки B направлена перпендикулярно коромыслу AB

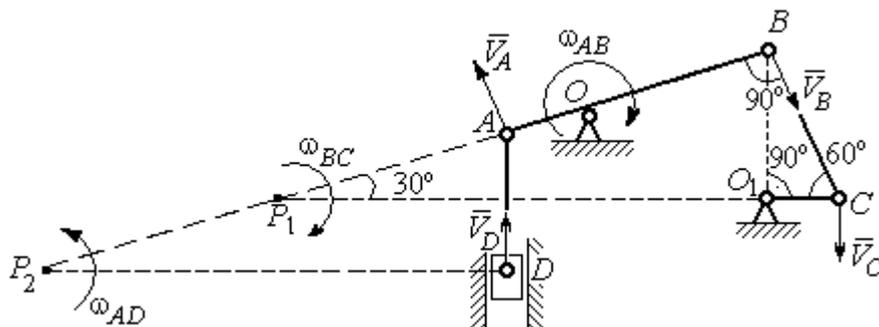


Рис. 2.14. Расчётная кинематическая схема механизма привода насоса

вдоль шатуна BC (рис. 2.14).

Шатун BC совершает плоскопараллельное движение. Мгновенный центр скоростей шатуна P_1 расположен в точке пересечения перпендикуляров к скоростям \vec{V}_C и \vec{V}_B точек C и B шатуна. Находим $P_1C = 4O_1C = 80$ см. Угловая скорость вращения шатуна BC $\omega_{BC} = \frac{V_C}{CP_1} = 0,5$ рад/с. Направление угловой скорости вращения шатуна BC определяется направлением вращения кривошипа O_1C и на рис. 2.14 показано дуговой стрелкой ω_{BC} .

Скорость V_B найдём по теореме о проекциях скоростей. Спроектируем вектора скоростей \vec{V}_C и \vec{V}_B точек C и B на линию BC . Получим $V_B \cos 0^\circ = V_C \cos 30^\circ$. Отсюда $V_B = 20\sqrt{3}$ см/с.

Угловая скорость коромысла AB $\omega_{AB} = \frac{V_B}{OB} = \frac{\sqrt{3}}{2}$ рад/с. Направление угловой скорости коромысла определяется направлением вектора скорости \vec{V}_B и показано дуговой стрелкой ω_{AB} .

Скорость точки A коромысла равна половине скорости точки B :
 $V_A = \frac{1}{2}V_B = 10\sqrt{3}$ см/с. Вектор скорости \vec{V}_A направлен перпендикулярно коромыслу AB в сторону его вращения.

Точка P_2 пересечения перпендикуляров к скоростям \vec{V}_A и \vec{V}_D является мгновенным центром скоростей штока AD . Тогда угловая скорость штока
 $\omega_{AD} = \frac{V_A}{AP_2} = \frac{\sqrt{3}}{12}$ рад/с. Направление угловой скорости штока определяется по направлению скорости точки A и на рис. 2.14 показано дуговой стрелкой ω_{AD} .

Скорость поршня $V_D = \omega_{AD} \cdot P_2D = 15$ см/с.

Задача 28. Механизм качалки (рис. 2.15) состоит из кривошипа OA ,

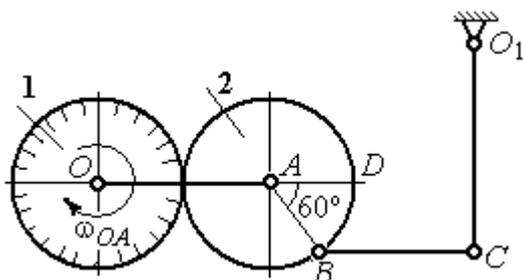


Рис. 2.15. Схема механизма качалки

вращающегося вокруг оси O и несущего в точке A ось подвижной шестерни 2, которая катится по неподвижной шестерне 1. Вращение кривошипа происходит с угловой скоростью $\omega_{OA} = 2$ рад/с. Радиусы шестерён $r_1 = r_2 = 6$ см. К ободу шестерни 2 в

точке B шарнирно прикреплен шатун BC длиной $BC = 8$ см, который в точке C передаёт движение коромыслу CO_1 длиной $CO_1 = 16$ см.

Определить угловые скорости шестерни 2, шатуна BC , коромысла CO_1 , а также скорости точек A, B, C, D в момент, когда кривошип OA и шатун BC горизонтальны и угол $\angle DAB = 60^\circ$.

Решение

Найдём скорость точки A кривошипа: $V_A = \omega_{OA} \cdot OA = 24$ см/с. Вектор скорости точки \vec{V}_A расположен перпендикулярно кривошипу OA и направлен в сторону вращения кривошипа (рис. 2.16).

Мгновенный центр скоростей P_2 шестерни 2 находится в точке касания с неподвижной поверхностью шестерни 1. Угловая скорость шестерни 2

$$\omega_2 = \frac{V_A}{AP_2} = 4 \text{ рад/с.}$$

Направление угловой скорости шестерни 2 определяется направлением вектора скорости \vec{V}_A и на рис. 2.16 показано дуговой стрелкой ω_2 .

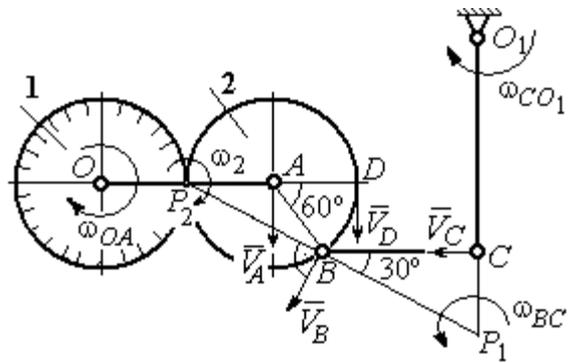


Рис.2.16. Расчётная кинематическая схема механизма качалки

Найдём расстояние P_2B из равнобедренного треугольника P_2AB по

теореме косинусов: $P_2B = \sqrt{r^2 + r^2 - 2r^2 \cos 120^\circ} = 6\sqrt{3}$ см. Скорость точки B $V_B = \omega_2 \cdot P_2B = 24\sqrt{3}$ см/с. Вектор скорости \vec{V}_B перпендикулярен линии P_2B и направлен в сторону вращения шестерни 2.

Скорость точки D : $V_D = \omega_2 \cdot P_2D = 48$ см/с. Вектор скорости \vec{V}_D перпендикулярен линии P_2D и направлен в ту же сторону (см. рис. 2.16).

Скорость точки C перпендикулярна линии CO_1 . Восстанавливая перпендикуляры к скоростям \vec{V}_B и \vec{V}_C , получим точку пересечения P_1 , которая будет мгновенным центром скоростей шатуна BC . Расстояние $P_1B = \frac{BC}{\cos 30^\circ} = \frac{16}{\sqrt{3}}$ см.

Угловая скорость шатуна $\omega_{BC} = \frac{V_B}{P_1B} = \frac{9}{2}$ рад/с. Направление угловой скорости определяется по направлению скорости \vec{V}_B и показано дуговой стрелкой ω_{BC} .

Скорость точки C : $V_C = \omega_{BC} \cdot P_1C = \frac{36}{\sqrt{3}}$ см/с. Направление вектора скорости определяется направлением вращения шатуна BC .

$$\text{Угловая скорость коромысла } CO_1: \omega_{CO_1} = \frac{V_C}{O_1C} = \frac{9}{4\sqrt{3}} \text{ рад/с.}$$

Задача 29. В планетарном механизме (рис. 2.17) кривошип OA длиной

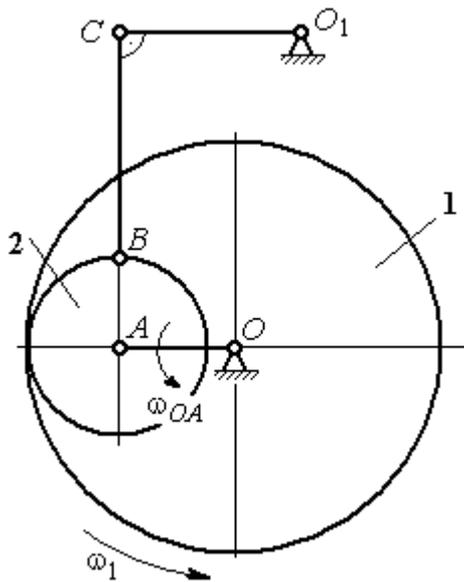


Рис. 2.17. Планетарный механизм

$OA = 25$ см вращается вокруг неподвижной оси O , перпендикулярной плоскости рисунка, с угловой скоростью $\omega_{OA} = 3,6$ рад/с. На конец A кривошипа насажена шестерёнка 2, находящаяся во внутреннем зацеплении с колесом 1 радиуса $r_1 = 45$ см, соосным с кривошипом OA и вращающимся с угловой скоростью $\omega_1 = 1$ рад/с. Шатун BC , шарнирно соединённый с шестерёнкой 2 на её ободе в точке B , приводит в движение кривошип CO_1 . Определить угловые скорости шестерёнки 2, шатуна BC и кривошипа CO_1 . Определить угловые скорости шестерёнки 2, шатуна BC и кривошипа CO_1 , скорости точек A, B, C в положении, показанном на рис.2.17, если длина шатуна $BC = 100$ см, длина кривошипа $CO_1 = 50$ см.

Определить угловые скорости шестерёнки 2, шатуна BC и кривошипа CO_1 , скорости точек A, B, C в положении, показанном на рис.2.17, если длина шатуна $BC = 100$ см, длина кривошипа $CO_1 = 50$ см.

Решение

Найдём скорости точек A и D

$$V_A = \omega_{OA} \cdot OA = 90 \text{ см/с}; \quad V_D = \omega_1 \cdot r_1 = 45 \text{ см/с}.$$

Вектор скорости \vec{V}_A направлен перпендикулярно кривошипу OA в сторону его вращения. Вектор скорости \vec{V}_D перпендикулярен радиусу OD колеса 1 и направлен в сторону вращения колеса (рис. 2.18).

Мгновенный центр скоростей P_2 шестерни 2 находится на пересечении прямой, соединяющей точки A и D , и линии, проходящей через концы векторов \vec{V}_A и \vec{V}_D , изображающих скорости точек A и D . Расстояние P_2D от центра скоростей до точки D находится из пропорции $\frac{V_A}{V_D} = \frac{AP_2}{DP_2} = \frac{DP_2 + 20}{DP_2}$, откуда $P_2D = 20$ см.

Угловая скорость шестерёнки 2 $\omega_2 = \frac{V_D}{P_2D} = 2,25$ рад/с. Направление уг-

ловой скорости ω_2 показано на рис. 2.18 дуговой стрелкой ω_2 .

Скорость точки B , которая находится на ободе шестеренки, $V_B = \omega_2 \cdot P_2B = 45\sqrt{5}$ см/с. Вектор скорости \vec{V}_B перпендикулярен линии P_2B и направлен в сторону вращения шестерни 2.

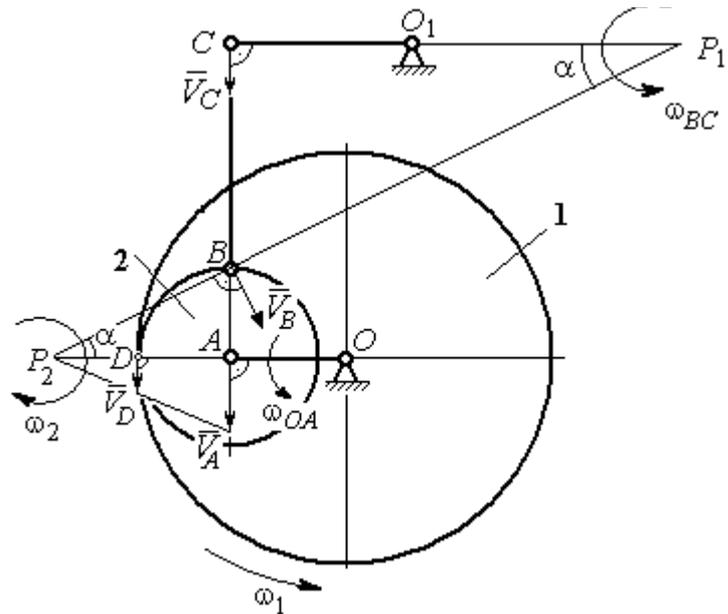


Рис. 2.18. Расчётная кинематическая схема планетарного механизма

Направим вектор скорости \vec{V}_C перпендикулярно кривошипу CO_1 и восстановим перпендикуляры к скоростям \vec{V}_C и \vec{V}_B . Точка P_1 пересечения перпендикуляров является мгновенным центром скоростей шатуна BC . Расстояние

P_1B найдём из треугольника P_1BC : $P_1B = \frac{BC}{\sin\alpha}$, где $\sin\alpha = \frac{AB}{P_2B} = \frac{1}{\sqrt{5}}$. Тогда

$P_1B = 100\sqrt{5}$ см. Угловая скорость шатуна $\omega_{BC} = \frac{V_B}{P_1B} = 0,45$ рад/с. Скорость

точки C шатуна BC найдём по теореме о проекциях скоростей. Спроектируем скорости \vec{V}_C и \vec{V}_B точек C и B на линию, проходящую через эти точки. Имеем:

$V_C \cos 0^\circ = V_B \cos\alpha$, откуда $V_C = 90$ см/с.

Угловая скорость кривошипа CO_1 $\omega_{CO_1} = \frac{V_C}{O_1C} = 1,8$ рад/с.

Задача 30. В плоском механизме (рис. 2.19) кривошип OA вращается вокруг оси O с угловой скоростью ω_{OA} . На конец A кривошипа насажена шестерня 2, находящаяся во внешнем зацеплении с неподвижным колесом 1. Радиусы колеса и шестерни r_1 и r_2 . Шестерня 2 соединяется с колесом 3 шатуном BC , закреплённым на шестерне в точке B и на колесе в точке C . Колесо 3 катится без скольжения по горизонтальной поверхности. Все соединения шарнирные. Качение шестерни 2 по неподвижному колесу 1 без проскальзывания. Для положения механизма, изображенного на рис. 2.19, определить скорости точек A , B , C и угловые скорости шатуна BC , шестерни 2 и колеса 3, если $\omega_{OA} = 4$ рад/с; $r_1 = 4$ см; $r_2 = r_3 = 8$ см.

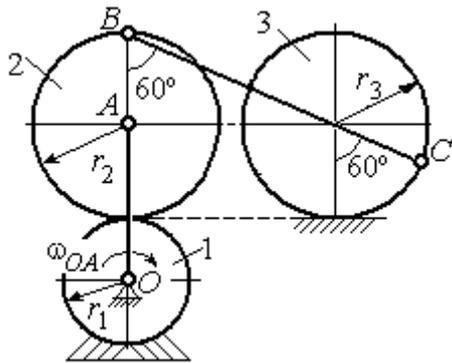


Рис. 2.19. Схема движения плоского механизма

На конец A кривошипа насажена шестерня 2, находящаяся во внешнем зацеплении с неподвижным колесом 1. Радиусы колеса и шестерни r_1 и r_2 . Шестерня 2 соединяется с колесом 3 шатуном BC , закреплённым на шестерне в точке B и на колесе в точке C . Колесо 3 катится без скольжения по горизонтальной поверхности. Все соединения шарнирные. Качение шестерни 2 по неподвижному колесу 1 без проскальзывания. Для положения механизма, изображенного на рис. 2.19, определить скорости точек A , B , C и угловые скорости шатуна BC , шестерни 2 и колеса 3, если $\omega_{OA} = 4$ рад/с; $r_1 = 4$ см; $r_2 = r_3 = 8$ см.

без скольжения по горизонтальной поверхности. Все соединения шарнирные. Качение шестерни 2 по неподвижному колесу 1 без проскальзывания. Для положения механизма, изображенного на рис. 2.19, определить скорости точек A , B , C и угловые скорости шатуна BC , шестерни 2 и колеса 3, если $\omega_{OA} = 4$ рад/с; $r_1 = 4$ см; $r_2 = r_3 = 8$ см.

Решение

Рассмотрим вращательное движение кривошипа OA . Скорость точки A кривошипа: $V_A = \omega_{OA} \cdot OA = 48$ см/с. Вектор скорости \vec{V}_A направлен перпендикулярно кривошипу OA в сторону его вращения (рис. 2.20).

При качении шестерни 2 по неподвижной поверхности колеса 1 точка их соприкосновения P_2 является мгновенным центром скоростей шестерни.

Угловая скорость шестерни 2

$$\omega_2 = \frac{V_A}{AP_2} = 6 \text{ рад/с.}$$

Скорость точки B шестерни 2 $V_B = \omega_2 \cdot BP_2 = 96$ см/с.

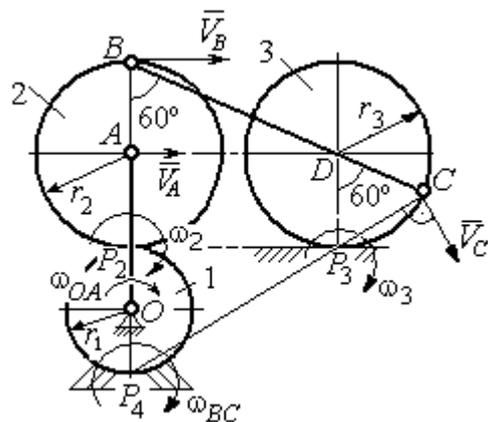


Рис. 2.20. Расчетная схема для определения угловых скоростей звеньев механизма

Точка P_3 касания колеса 3 с неподвижной поверхностью является его мгновенным центром скоростей. Вектор \vec{V}_C скорости точки C колеса 3 перпендикулярен линии P_3C и направлен в сторону качения колеса (см. рис. 2.20).

Мгновенный центр скоростей шатуна BC – точка P_4 находится на пересечении перпендикуляров, восстановленных к скоростям точек B и C . По построению $BP_4 = BC = BD + DC = 2r_2 + r_3 = 24$ см. Угловая скорость шатуна BC

$$\omega_{BC} = \frac{V_B}{BP_4} = 4 \text{ рад/с. Так как } BP_4 = CP_4, \text{ скорости точек } C \text{ и } B \text{ } V_C = 96 \text{ см/с.}$$

$$\text{Угловая скорость колеса 3 } \omega_3 = \frac{V_C}{CP_3} = 12 \text{ рад/с.}$$

Задача 31. В плоском механизме (рис. 2.21) кривошип OC , вращаясь вокруг неподвижной оси O , приводит в движение два шатуна CD и CE , присоединённых к кривошипу в точке C . Шатун CE

прикреплён в точке E к ободу цилиндрического выступа диска 1, который катится без проскальзывания своим выступом по неподвижному горизонтальному рельсу. К другому шатуну CD в точке D прикреплён ползун, перемещающийся вдоль направления вертикального диаметра диска 1. Все соединения шарнирные. Радиусы диска и цилиндрического выступа $R_1 = 3$ см, $r_1 = 2$ см. Длина шатуна $CE = 4$ см. В заданном положении механизма (см. рис. 2.21) шатун CE горизонтален.

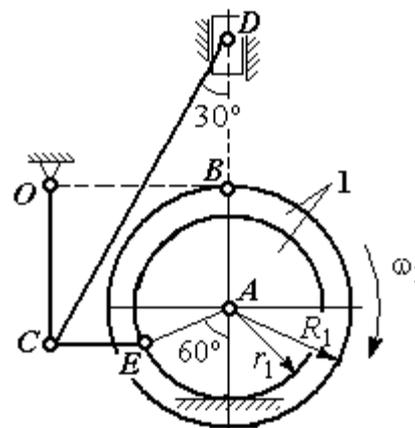


Рис. 2.21. Схема движения плоского механизма

прикреплён в точке E к ободу цилиндрического выступа диска 1, который катится без проскальзывания своим выступом по неподвижному горизонтальному рельсу. К другому шатуну CD в точке D прикреплён ползун, перемещающийся вдоль направления вертикального диаметра диска 1. Все соединения шарнирные. Радиусы диска и цилиндрического выступа $R_1 = 3$ см, $r_1 = 2$ см. Длина шатуна $CE = 4$ см. В заданном положении механизма (см. рис. 2.21) шатун CE горизонтален.

Определить скорости точек A , E , C , D и угловые скорости диска 1, шатунов CE , CD и кривошипа CO , если известна скорость точки B на ободу диска 1 $V_B = 10$ см/с и направление ω_1 угловой скорости диска.

Решение

Изобразим вектор скорости точки B диска 1 в соответствии с заданным направлением его движения. При качении диска 1 по неподвижной поверхности

рельса точка P_1 касания обода выступа с поверхностью рельса является его мгновенным центром скоростей (рис. 2.22).

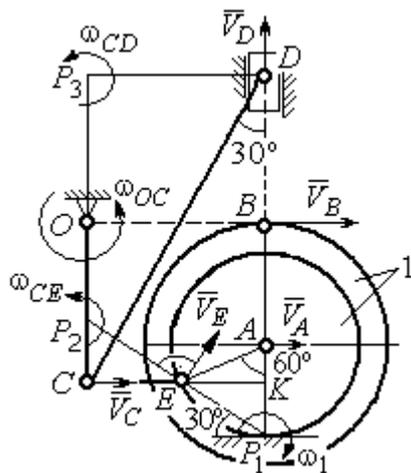


Рис. 2.22. Расчётная схема для определения скоростей точек и угловых скоростей звеньев механизма

Угловая скорость диска 1 $\omega_1 = \frac{V_B}{BP_1} = 2$ рад/с. Скорость точки A

$V_A = \omega_1 \cdot AP_1 = 4$ см/с. Скорость точки E

$V_E = \omega_1 \cdot EP_1 = 4$ см/с. Вектор скорости \vec{V}_A

и вектор скорости \vec{V}_E перпендикулярны,

соответственно, линиям AP_1 EP_1 и направлены в сторону вращения диска.

Шатун CE совершает плоскопараллельное движение. Скорость точки C шатуна неизвестна по величине, но известно, что вектор скорости \vec{V}_C перпендикулярен кривошипу OC и направлен вдоль CE в сторону точки E . Мгновенный центр скоростей P_2 шатуна CE находится на пересечении перпендикуляров, восстановленных к скоростям \vec{V}_E и \vec{V}_C (см. рис. 2.22).

Расстояние $EP_2 = \frac{EC}{\cos 30^\circ} = 4,62$ см. Угловая скорость шатуна CE

$\omega_{CE} = \frac{V_E}{EP_2} = 0,86$ рад/с. Направление угловой скорости шатуна, определяемое по направлению скорости точки E , на рис. 2.22 показано дуговой стрелкой

ω_{CE} . Скорость точки C шатуна CE $V_C = \omega_{CE} \cdot CP_2 = \frac{V_E}{2} = 2$ см/с.

Длина кривошипа $OC = BK = R_1 + r_1 \sin 30^\circ = 4$ см. Угловая скорость кривошипа $\omega_{OC} = \frac{V_C}{OC} = 0,5$ рад/с.

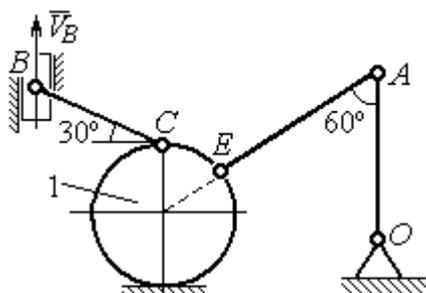
Для шатуна CD известны величина и направление вектора \vec{V}_C скорости точки C и направление вектора \vec{V}_D скорости точки D . Мгновенный центр скоростей шатуна CD находится в точке P_3 , полученной на пересечении перпендикуляров, восстановленных к скоростям \vec{V}_C и \vec{V}_D .

Расстояние $CP_3 = DK = (CE + r_1 \cos 30^\circ) \operatorname{ctg} 30^\circ = 9,92$ см (см. рис. 2.22). Угловая скорость шатуна CD : $\omega_{CD} = \frac{V_C}{CP_3} = 0,21$ рад/с.

Скорость ползуна D : $V_D = \omega_{CD} DP_3 = \omega_{CD} (CE + r_1 \cos 30^\circ) = 1,2$ см/с.

Упражнения

Упражнение 2.3

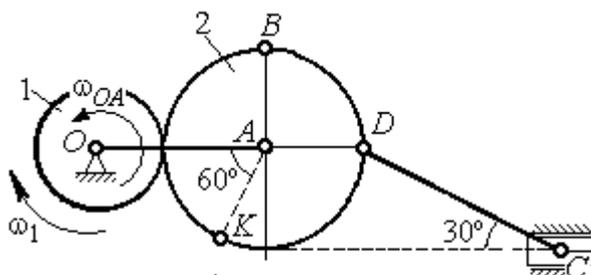


$$R_1 = 2 \text{ см}, \quad OA = AE = 6 \text{ см},$$

$$BC = 5 \text{ см}, \quad V_B = 5 \text{ см/с}.$$

Найти: ω_{OA} , ω_{AE} , ω_{CB} , ω_1 , V_C , V_A , V_E

Упражнение 2.4



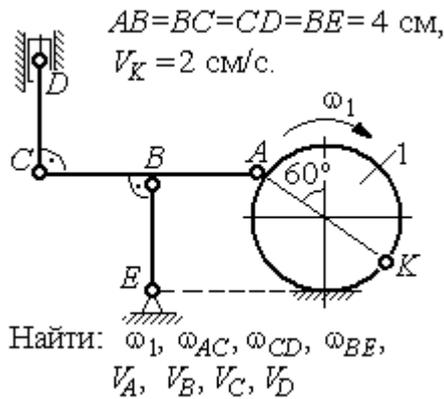
$$\omega_{OA} = 2 \text{ рад/с}, \quad \omega_1 = 6 \text{ рад/с},$$

$$r_1 = 3 \text{ см}, \quad r_2 = 6 \text{ см}.$$

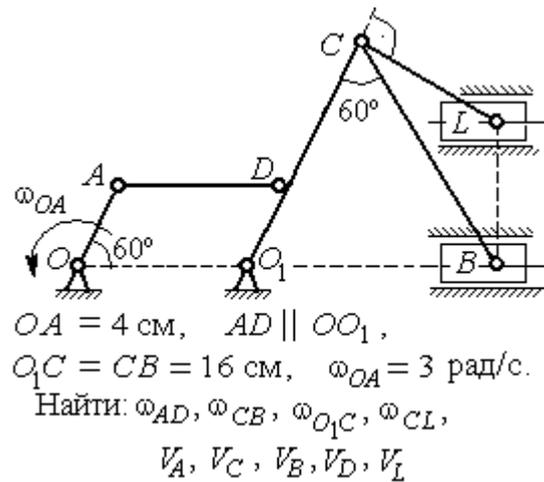
Найти: ω_2 , ω_{DC} , V_B , V_K , V_D , V_C

Рис. 2.23. Задания для самостоятельного решения. Упражнения 2.3, 2.4

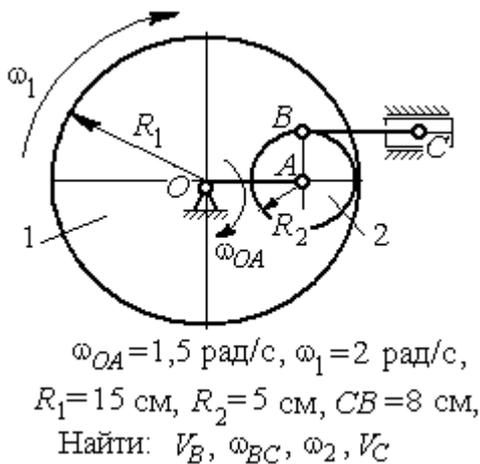
Упражнение 2.5



Упражнение 2.6



Упражнение 2.7



Упражнение 2.8

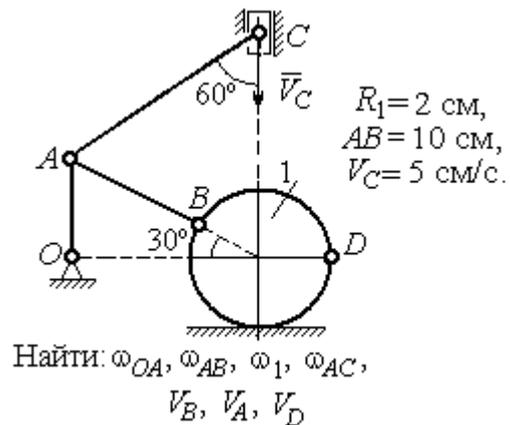


Рис. 2.24. Задания для самостоятельного решения. Упражнения 2.5 – 2.8

2.4. Ускорения точек при плоскопараллельном движении твёрдого тела

Ускорение любой точки M плоской фигуры при плоскопараллельном движении твёрдого тела представляется как сумма векторов $\vec{a}_M = \vec{a}_A + \vec{a}_{MA}^\tau + \vec{a}_{MA}^n$, где \vec{a}_A – ускорение полюса A ; $\vec{a}_{MA}^\tau, \vec{a}_{MA}^n$ – касательная и

нормальная составляющие ускорения точки M при вращении фигуры вокруг полюса A (рис. 2.25).

Вектор нормального ускорения \vec{a}_{MA}^n всегда направлен от точки M к полюсу A . Вектор касательного ускорения \vec{a}_{MA}^τ направлен перпендикулярно отрезку AM в сторону вращения, если оно ускоренное (см. рис. 2.25, a), и против вращения, если оно замедленное (см. рис. 2.25, b). Величины касательного и нормального составляющих ускорения точки M определяются по формулам:

$a_{MA}^\tau = \varepsilon \cdot AM$; $a_{MA}^n = \omega^2 \cdot AM$, где ω , ε – угловая скорость и угловое ускорение тела (плоской фигуры); AM – расстояние от точки M до полюса A .

Если при движении плоской фигуры известны траектории движения полюса A и точки M , то для определения ускорения точки M используется векторное равенство $\vec{a}_M^\tau + \vec{a}_M^n = \vec{a}_A^\tau + \vec{a}_A^n + \vec{a}_{MA}^\tau + \vec{a}_{MA}^n$, где \vec{a}_M^τ , \vec{a}_M^n , \vec{a}_A^τ , \vec{a}_A^n – касательная и нормальная составляющие ускорения точки M и полюса A при движении их по заданным траекториям.

Примеры решения задач на определение ускорений точек

Задача 32. Поршень D гидравлического пресса приводится в движение шарнирно-рычажным механизмом $OABD$. В положении механизма, указанном на рис. 2.26, точка L рычага имеет скорость $V_L = 0,6$ м/с и ускорение $a_L = 0,5$ м/с². Длина рычага $OA = 2 \cdot AL = 0,6$ м, длина звена $AB = 0,4$ м. Определить скорость и ускорение поршня D , угловую скорость и ускорение звена AB .

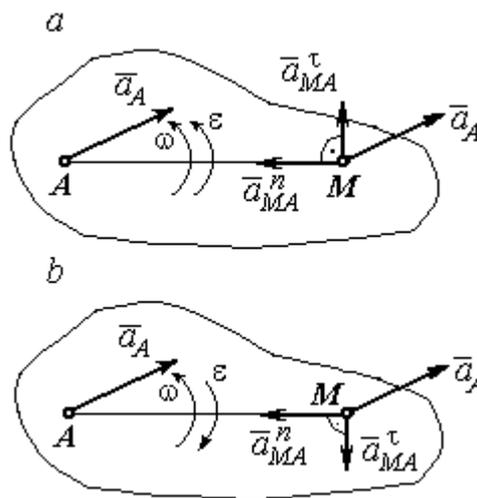


Рис. 2.25. Ускорение точки плоской фигуры:
 a – ускоренное движение;
 b – замедленное движение

Решение

Найдём угловую скорость рычага OL : $\omega_{OL} = \frac{V_L}{OL} = \frac{2}{3}$ рад/с.

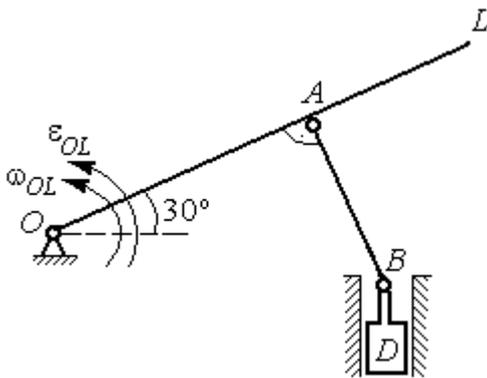


Рис. 2.26. Шарнирно-рычажный механизм гидравлического прессы

Ускорение точки L представляется в виде суммы векторов нормального и касательного ускорений: $\vec{a}_L = \vec{a}_L^\tau + \vec{a}_L^n$ (рис. 2.27). Модуль нормального ускорения точки L $a_L^n = \omega_{OL}^2 \cdot OL = 0,4$ м/с². Модуль её касательного ускорения и угловое ускорение рычага, соответственно, равны:

$$a_L^\tau = \sqrt{a_L^2 - (a_L^n)^2} = 0,3 \text{ м/с}^2, \quad \varepsilon_{OL} = \frac{a_L^\tau}{OL} = \frac{1}{3} \text{ рад/с}^2.$$

Скорость \vec{V}_A точки A перпендикулярна рычагу OL и направлена в сторону вращения рычага. Её модуль $V_A = \omega_{OL} \cdot OA = 0,4$ м/с. Скорость \vec{V}_B точки B направлена вертикально вверх вдоль линии движения поршня. Направления векторов скоростей \vec{V}_A и \vec{V}_B показаны на рис. 2.27. Точка P_1 – пересечения перпендикуляров, восстановленных к векторам скоростей \vec{V}_A и \vec{V}_B - определяет положение мгновенного центра скоростей звена AB . Расстояние $AP_1 = P_1B \cdot \cos 30^\circ = 0,4\sqrt{3}$ м.

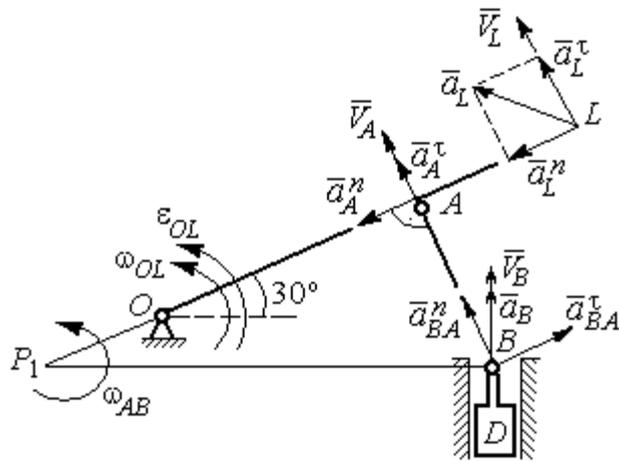


Рис. 2.27. Расчётная кинематическая схема механизма

Угловая скорость звена AB $\omega_{AB} = \frac{V_A}{P_1A} = \frac{1}{\sqrt{3}}$ рад/с.

Представим ускорение точки B через полюс A : $\vec{a}_B = \vec{a}_A + \vec{a}_{BA}^\tau + \vec{a}_{BA}^n$, где \vec{a}_A – ускорение полюса A ; \vec{a}_{BA}^τ , \vec{a}_{BA}^n – касательная и нормальная составляющие ускорения точки B при вращении звена AB вокруг полюса A . Так как траекторией точки A является окружность с центром в точке O , ускорение этой точки может быть разложено на две составляющие: $\vec{a}_A = \vec{a}_A^\tau + \vec{a}_A^n$. В результате ускорение точки B представляется в виде векторной суммы $\vec{a}_B = \vec{a}_A^\tau + \vec{a}_A^n + \vec{a}_{BA}^\tau + \vec{a}_{BA}^n$. Направления векторов ускорений показаны на рис. 2.27.

Модули ускорений:

$$a_A^n = \omega_{OL}^2 \cdot OA = 0,27 \text{ см/с}^2; \quad a_{BA}^n = \omega_{AB}^2 \cdot AB = 0,13 \text{ см/с}^2;$$

$$a_A^\tau = \varepsilon_{OL} \cdot OA = 0,2 \text{ см/с}^2.$$

Ускорение $a_{BA}^\tau = \varepsilon_{AB} \cdot AB$ остаётся неизвестной величиной, так как угловое ускорение ε_{AB} звена AB неизвестно.

Спроектируем векторное равенство ускорения точки B на оси x, y , где ось x проходит вдоль линии звена AB , ось y – перпендикулярна ей (рис. 2.28). Получим равенства:

$$a_B \cdot \cos 30^\circ = a_A^\tau + a_{BA}^n; \quad a_B \cdot \cos 60^\circ = -a_A^n + a_{BA}^\tau.$$

Решая систему уравнений, находим модуль ускорения точки B : $a_B = 0,38 \text{ см/с}^2$ и величину касательного ускорения: $a_{BA}^\tau = 0,46 \text{ см/с}^2$. Угловое ускорение стержня AB

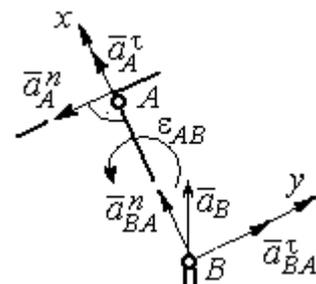


Рис. 2.28. Вычисление проекций векторов ускорений

$\varepsilon_{AB} = \frac{a_{BA}^\tau}{AB} = 1,15 \text{ рад/с}^2$. Направление углового ускорения ε_{AB} звена AB определяется направлением вектора \vec{a}_{BA}^τ касательного ускорения точки B при вращении звена вокруг полюса A (см. рис. 2.28).

Ускорение поршня D равно ускорению точки B : $a_D = a_B = 0,38 \text{ см/с}^2$.

Задача 34. Колесо 1 радиуса $r_1 = 0,6$ м катится без скольжения по прямой

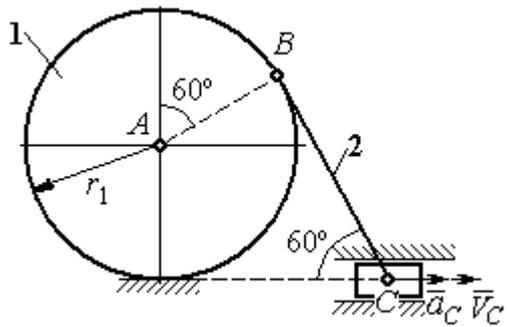


Рис. 2.29. Механизм, связывающий качение колеса с поступательным движением ползуна

молинейному участку пути и приводит в движение шатун 2, соединённый шарнирно с колесом в точке B на его ободе. На другом конце шатуна в точке C к нему присоединён ползун, перемещающийся горизонтально (рис. 2.29).

В положении механизма, показанном на рис. 2.29, найти ускорение центра

A колеса 1, его угловое ускорение, а также угловое ускорение шатуна 2, если заданы скорость и ускорение ползуна C : $V_C = 9$ м/с; $a_C = 4$ м/с².

Решение

При качении диска 1 по неподвижной поверхности точка P_1 касания его с поверхностью является мгновенным центром скоростей диска. Вектор скорости \vec{V}_B перпендикулярен линии P_1B . Восстановим перпендикуляры к скоростям \vec{V}_B и \vec{V}_C . Их пересечение в точке P_2 определяет положение мгновенного центра скоростей шатуна 2 (рис. 2.30).

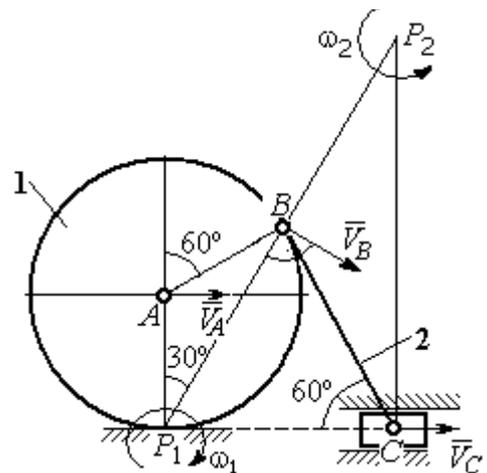


Рис. 2.30. Расчётная схема механизма для определения скоростей точек

Вычислим необходимые расстояния.

Расстояние P_1B (см. рис. 2.30) найдём из треугольника P_1AB по теореме косинусов:

$P_1B = r_1\sqrt{3} = 1,04$ м. Из построения мгновенных центров скоростей P_1 и P_2 следует: $P_1B = BP_2 = BC$. Расстояние P_2C определяется из треугольника P_1P_2C : $P_2C = P_1P_2 \cdot \cos 30^\circ = 1,8$ м.

Угловая скорость шатуна 2 $\omega_2 = \frac{V_C}{P_2C} = 5 \text{ рад/с}$. Направление угловой скорости ω_2 определяется направлением скорости \vec{V}_C .

Скорость точки B найдём по формуле $V_B = \omega_2 \cdot P_2B = 5,2 \text{ м/с}$.

Угловая скорость диска 1 $\omega_1 = \frac{V_B}{P_1B} = 5 \text{ рад/с}$. Скорость центра колеса 1

$V_A = \omega_1 \cdot P_1A = 3 \text{ м/с}$.

Найдём ускорение точки A .

Примем точку B за полюс и выразим ускорение точки A через полюс B :

$\vec{a}_A = \vec{a}_B + \vec{a}_{AB}^\tau + \vec{a}_{AB}^n$, где \vec{a}_B – ускорение полюса B ; \vec{a}_{AB}^τ , \vec{a}_{AB}^n – касательная и нормальная составляющие ускорения точки A при вращении диска 1 вокруг полюса B (рис. 2.31). Направления ускорения точки \vec{a}_A и касательной составляющей ускорения \vec{a}_{AB}^τ точки A выбраны в предположении ускоренного движения диска.

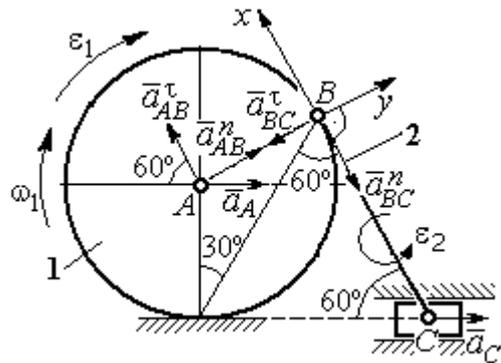


Рис. 2.31. Расчётная схема механизма для определения ускорений точек

Ускорение полюса B выразим через полюс C : $\vec{a}_B = \vec{a}_C + \vec{a}_{BC}^\tau + \vec{a}_{BC}^n$, где \vec{a}_C – ускорение полюса C ; \vec{a}_{BC}^τ , \vec{a}_{BC}^n – касательная и нормальная составляющие ускорения точки B при вращении шатуна 2 вокруг полюса C .

Направление касательной составляющей ускорения \vec{a}_{BC}^τ точки B выбрано в направлении вращения шатуна 2 (см. рис. 2.30) исходя из предположения его ускоренного движения. В результате ускорение точки A выражается векторной суммой:

$$\vec{a}_A = \vec{a}_{AB}^\tau + \vec{a}_{AB}^n + \vec{a}_{BC}^\tau + \vec{a}_{BC}^n + \vec{a}_C.$$

Направления векторов ускорений показаны на рис. 2.31.

Заметим, что в любой момент времени движения колеса 1 расстояние от точки A до мгновенного центра скоростей колеса P_1 остаётся постоянным, равным радиусу колеса. Дифференцируем выражение $V_A = \omega_1 \cdot P_1A = \omega_1 \cdot r_1$. Получим $\frac{dV_A}{dt} = \frac{d\omega_1}{dt} r_1 = \varepsilon_1 \cdot r_1$, откуда с учётом $\frac{dV_A}{dt} = a_A$ (прямолинейное движение точки A) угловое ускорение диска 1 $\varepsilon_1 = \frac{a_A}{r_1}$. В результате, касательное ускорение a_{AB}^τ точки A при вращении диска 1 вокруг полюса B $a_{AB}^\tau = \varepsilon_1 \cdot AB = a_A$.

Найдём модули векторов ускорений:

$$a_{AB}^n = \omega_1^2 \cdot AB = 15 \text{ м/с}^2; \quad a_{BC}^n = \omega_2^2 \cdot BC = 26 \text{ м/с}^2.$$

Ускорение $a_{BC}^\tau = \varepsilon_2 \cdot BC$ остаётся неизвестным. Применить здесь способ дифференцирования выражения $V_C = \omega_2 \cdot P_2C$ для определения углового ускорения ε_2 невозможно, так как расстояние P_2C от мгновенного центра скоростей P_2 шатуна 2 до точки C меняется во время движения механизма неизвестным образом.

Спроектируем векторное равенство ускорения точки A на оси x , y , выбранные, как показано на рис. 2.31. Получим систему уравнений:

$$\text{проекция на ось } x: -a_A \cos 60^\circ = a_{AB}^\tau - a_{BC}^n - a_C \cos 60^\circ;$$

$$\text{проекция на ось } y: a_A \cos 30^\circ = a_{AB}^n - a_{BC}^\tau + a_C \cos 30^\circ.$$

Из первого уравнения с учётом того, что $a_{AB}^\tau = a_A$, найдём ускорение точки A : $a_A = 18,67 \text{ м/с}^2$. Положительное значение ускорения точки A означает, что вектор \vec{a}_A направлен так, как показано на рис. 2.31, – в сторону направления вектора скорости \vec{V}_A . Из этого следует, что диск 1 движется ускоренно и угловое ускорение направлено в сторону его угловой скорости.

Из второго уравнения получим: $a_{BC}^\tau = 2,29 \text{ м/с}^2$. Угловое ускорение шатуна 2: $\varepsilon_2 = \frac{|a_{BC}^\tau|}{BC} = 2,2 \text{ рад/с}^2$. Из того, что касательное ускорение a_{BC}^τ положительно, следует, что направление вектора \vec{a}_{BC}^τ совпадает с направлением, указанным на рис. 2.31. Это, в свою очередь, означает, что в данном положении механизма угловое ускорение шатуна 2 направлено так, как показано на рис. 2.31, – по направлению его угловой скорости, то есть шатун 2 вращается ускоренно.

Задача 35. По неподвижной шестерне 1 радиуса r_1 обкатывается шестерня 2 радиуса r_2 , насаженная в центре на кривошип OA (рис. 2.32). Кривошип OA вращается вокруг оси O с угловой скоростью ω_{OA} и угловым ускорением ε_{OA} . На ободе шестерни 2 в точке B шарнирно прикреплен стержень BC , соединенный другим концом с центром C диска 3, катящегося без скольжения вдоль горизонтальной прямой. Радиус диска 3 равен радиусу шестерни 2: $r_3 = r_2$. Для положения механизма, изображенного на рис. 2.32, определить ускорение точки D и угловое ускорение стержня BC , если $r_1 = 0,2 \text{ м}$, $r_2 = 0,4 \text{ м}$, $\omega_{OA} = 4 \text{ рад/с}$, $\varepsilon_{OA} = 2 \text{ рад/с}^2$. Длина стержня $BC = 1 \text{ м}$.

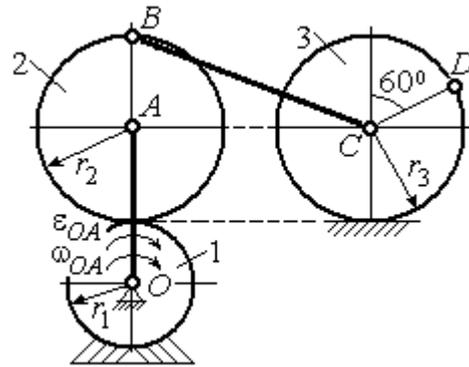


Рис. 2.32. Схема движения плоского механизма

Решение

Найдём угловые скорости звеньев механизма.

Рассмотрим вращательное движение кривошипа OA . Скорость его точки A : $V_A = \omega_{OA} \cdot OA = 2,4 \text{ м/с}$. Вектор скорости \vec{V}_A направлен перпендикулярно кривошипу OA в сторону его вращения (рис. 2.33).

При качении подвижной шестерни 2 по неподвижной 1, точка их соприкосновения P_2 является мгновенным центром скоростей шестерни 2. Угловая скорость шестерни 2: $\omega_2 = \frac{V_A}{AP_2} = 6$ рад/с. Скорость точки B шестерни 2:

$$V_B = \omega_2 \cdot BP_2 = 4,8 \text{ м/с.}$$

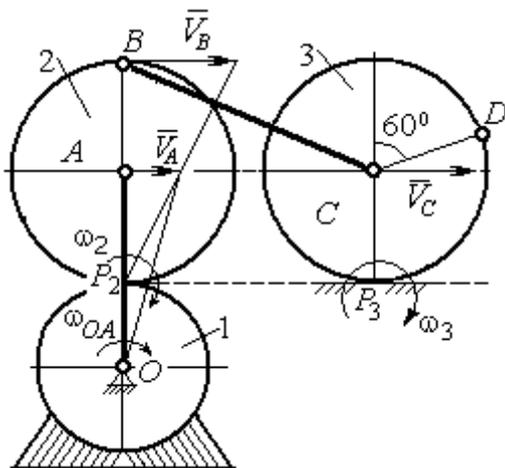


Рис. 2.33. Расчетная схема для определения угловых скоростей звеньев механизма

Для определения угловой скорости стержня BC заметим, что скорости двух точек стержня \vec{V}_B и \vec{V}_C параллельны, но точки B и C не лежат на общем перпендикуляре к скоростям. В этом случае мгновенный центр скоростей стержня BC отсутствует (или бесконечно удалён), угловая скорость стержня равна нулю и стержень совершает мгновенное поступательное движение.

При таком движении мгновенные скорости всех точек стержня BC одинаковы по величине и направлению. Таким образом, $\omega_{BC} = 0$; $V_C = V_B = 4,8$ м/с.

При качении диска 3 по неподвижной поверхности без проскальзывания точка P_3 касания диска с поверхностью является его мгновенным центром скоростей. Угловая скорость диска 3: $\omega_3 = \frac{V_C}{CP_3} = 12$ рад/с. Направление угловой скорости ω_3 определяется направлением вектора \vec{V}_C .

Найдём ускорения точек и угловые ускорения звеньев механизма.

Выразим ускорение \vec{a}_C точки C , направленное вдоль линии движения центра колеса 3, через полюс B . Ускорение представляется векторной суммой: $\vec{a}_C = \vec{a}_B + \vec{a}_{CB}^n + \vec{a}_{CB}^t$, где \vec{a}_B – вектор ускорения полюса B ; \vec{a}_{CB}^n , \vec{a}_{CB}^t – нормальная и касательная составляющие ускорения точки C при вращении

стержня BC вокруг полюса B . Вектор \vec{a}_{CB}^n направлен вдоль стержня от точки C к полюсу B , вектор \vec{a}_{CB}^τ перпендикулярен стержню BC . Направление вектора \vec{a}_{CB}^τ выбрано по предполагаемому угловому ускорению стержня BC , показанному на рис. 2.34 дуговой стрелкой ε_{CB} .

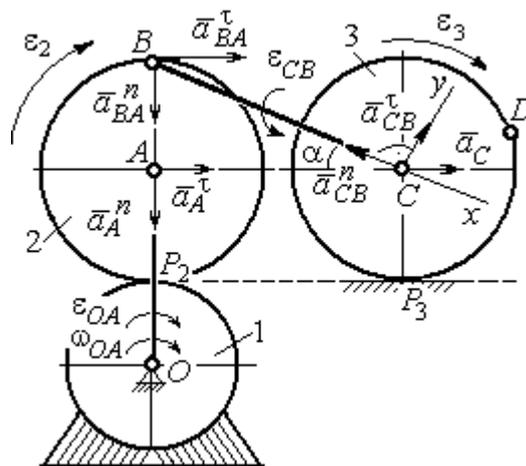


Рис. 2.34. Расчетная схема для определения ускорений точек механизма и угловых ускорений его звеньев

Рассмотрим плоскопараллельное движение шестерни 2 и выразим ускорение точки B через полюс A в виде векторного равенства: $\vec{a}_B = \vec{a}_A + \vec{a}_{BA}^n + \vec{a}_{BA}^\tau$, где \vec{a}_A – ускорение полюса A ; \vec{a}_{BA}^n , \vec{a}_{BA}^τ – нормальная и касательная составляющие ускорения точки B при вращении шестерни 2 вокруг полюса A . Вектор \vec{a}_{BA}^n направлен вдоль радиуса шестерни от точки B к полюсу A , вектор \vec{a}_{BA}^τ перпендикулярен линии BA . Направление вектора \vec{a}_{BA}^τ соответствует ускоренному вращению шестерни 2.

Рассмотрим вращение кривошипа OA . Вектор ускорения точки A кривошипа при вращении его вокруг неподвижной оси O представляется в виде суммы: $\vec{a}_A = \vec{a}_A^n + \vec{a}_A^\tau$, где \vec{a}_A^n и \vec{a}_A^τ – вектора нормальной и касательной составляющих ускорения точки A . Вектор \vec{a}_A^n направлен вдоль кривошипа по направлению к оси вращения, вектор \vec{a}_A^τ перпендикулярен кривошипу и направлен в сторону углового ускорения ε_{OA} вращения кривошипа.

В результате для определения ускорения точки C имеем векторное равенство:

$$\vec{a}_C = \vec{a}_A^n + \vec{a}_A^\tau + \vec{a}_{BA}^n + \vec{a}_{BA}^\tau + \vec{a}_{CB}^n + \vec{a}_{CB}^\tau.$$

Направления всех векторов ускорений показаны на рис. 2.34.

Вычислим модули векторов, составляющих векторную сумму:

$$a_A^n = \omega_{OA}^2 \cdot OA = 9,6 \text{ м/с}^2; \quad a_A^\tau = \varepsilon_{OA} \cdot OA = 1,2 \text{ м/с}^2;$$

$$a_{BA}^n = \omega_2^2 \cdot BA = 14,4 \text{ м/с}^2; \quad a_{CB}^n = \omega_{BC}^2 \cdot BC = 0.$$

Заметим, что во время движения шестерни 2 расстояние AP_2 остается постоянным, равным r_2 . Дифференцируя равенство $V_A = \omega_2 \cdot AP_2 = \omega_2 r_2$, получим: $\frac{dV_A}{dt} = \frac{d\omega_2}{dt} r_2$. При криволинейном движении точки A производная от скорости

равна касательному ускорению: $\frac{dV_A}{dt} = a_A^\tau$. С учётом, что $\frac{d\omega_2}{dt} = \varepsilon_2$, по-

лучим: $a_A^\tau = \varepsilon_2 r_2$, откуда $\varepsilon_2 = \frac{a_A^\tau}{r_2} = 3 \text{ рад/с}^2$ и $a_{BA}^\tau = \varepsilon_2 \cdot BA = 1,2 \text{ м/с}^2$.

Выберем оси Cx , Cy , как показано на рис. 2.34, – вдоль отрезка BC и перпендикулярно ему и спроектируем на них векторное равенство ускорения точки C . Получим систему уравнений:

$$a_C \cos \alpha = a_A^n \sin \alpha + a_A^\tau \cos \alpha + a_{BA}^n \sin \alpha + a_{BA}^\tau \cos \alpha - a_{CB}^n;$$

$$a_C \sin \alpha = -a_A^n \cos \alpha + a_A^\tau \sin \alpha - a_{BA}^n \cos \alpha + a_{BA}^\tau \sin \alpha + a_{CB}^\tau,$$

где α – угол между стержнем BC и линией центров AC , $\sin \alpha = \frac{AB}{BC} = 0,4$; $\cos \alpha = 0,92$.

Находим из первого уравнения ускорение точки C : $a_C = 12,83 \text{ м/с}^2$, из второго – касательное ускорение точки C при вращении стержня BC вокруг полюса B : $a_{CB}^\tau = 33,95 \text{ м/с}^2$. Величина углового ускорения стержня BC :

$\varepsilon_{CB} = \frac{|a_{CB}^\tau|}{BC} = 33,95 \text{ рад/с}^2$. Положительное значение a_{CB}^τ означает, что вектор

касательного ускорения \vec{a}_{CB}^τ направлен так, как показано на рис. 2.34. Тогда и

направление углового ускорения ε_{CB} стержня BC совпадает с направлением, показанным дуговой стрелкой на рис. 2.34.

При качении диска 3 точка C движется по прямой и расстояние CP_3 остается постоянным, равным радиусу диска 3. В этом случае равенство $V_C = \omega_3 \cdot CP_3 = \omega_3 r_3$ можно продифференцировать

по времени. Получим: $\frac{dV_C}{dt} = \frac{d\omega_3}{dt} r_3$. Так как дви-

жение точки C является прямолинейным, производная от скорости точки C

равна ускорению этой точки: $\frac{dV_C}{dt} = a_C$. Тогда с учётом $\frac{d\omega_3}{dt} = \varepsilon_3$ имеем равен-

ство $a_C = \varepsilon_3 r_3$. Угловое ускорение диска 3: $\varepsilon_3 = \frac{a_C}{r_3} = 32,07 \text{ рад/с}^2$.

Выразим ускорение точки D через полюс C , ускорение которого известно и по величине, и по направлению: $\vec{a}_D = \vec{a}_C + \vec{a}_{DC}^n + \vec{a}_{DC}^\tau$, где \vec{a}_C – ускорение точки C ; \vec{a}_{DC}^n , \vec{a}_{DC}^τ – нормальное и касательное составляющие ускорения точки D при вращении диска 3 вокруг полюса C . Модули ускорений

$$a_C = 12,83 \text{ м/с}^2; a_{DC}^n = \omega_3^2 DC = 57,6 \text{ м/с}^2; a_{DC}^\tau = \varepsilon_3 DC = 12,83 \text{ м/с}^2.$$

Проведём оси Dx и Dy , как показано на рис. 2.34, и спроектируем векторное равенство ускорения точки D на оси. Получим систему уравнений:

$$a_{Dx} = -a_C \cos 30^\circ + a_{DC}^n; \quad a_{Dy} = a_C \cos 60^\circ + a_{DC}^\tau.$$

Подставляя в уравнения проекций значения модулей ускорений, найдём: $a_{Dx} = 46,49 \text{ м/с}^2$; $a_{Dy} = 19,25 \text{ м/с}^2$.

$$\text{Величина ускорения точки } D: a_D = \sqrt{a_{Dx}^2 + a_{Dy}^2} = 50,32 \text{ м/с}^2.$$

Заметим, что для определения ускорения точки D невозможно было сразу использовать приём с последовательным выражением ускорения точки D через

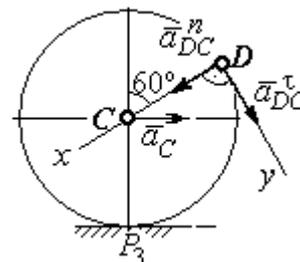


Рис.2.35. Расчетная схема для определения ускорения точки D

ускорения полюсов C , B и A , так как в полученной в результате проекций системе двух уравнений будет три неизвестных величины - a_{Dx} , a_{Dy} и величина ускорения a_{CB}^{τ} .

Задача 36. Механизм качалки (рис. 2.36) включает в себя кривошип OA , вращающийся вокруг неподвижной оси O , шестерню 1 радиуса r_1 , насаженную

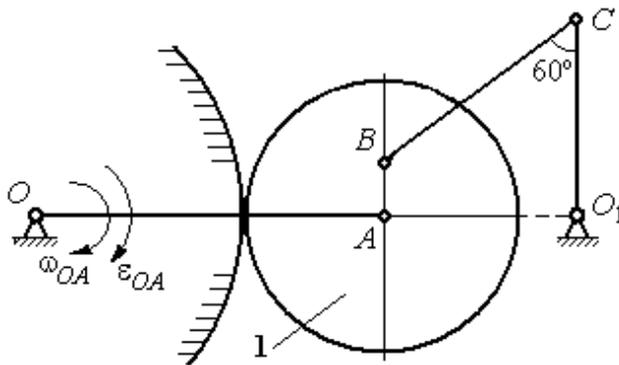


Рис. 2.36. Механизм качалки

на кривошип в точке A и обкатывающуюся по неподвижной цилиндрической поверхности, и шатун BC , присоединённый одним концом в точке B к шестерне, а другим – в точке C к коромыслу CO_1 . В положении,

указанном на рис. 2.36, определить угловую скорость и угловое ускорение коромысла CO_1 , если $\omega_{OA} = 2$ рад/с; $\varepsilon_{OA} = 4$ рад/с²; $OA = 0,8$ м; $r_1 = 0,4$ м; $AB = 0,2$ м; $BC = 0,6$ м. Для этого же положения определить ускорение точки C .

Решение

Найдём угловые скорости звеньев механизма.

Скорость точки A кривошипа $V_A = \omega_{OA} \cdot OA = 1,6$ м/с. Вращаясь, кривошип передаёт движение шестерне 1, которая катится по неподвижной поверхности. Точка касания P_1 шестерни с неподвижной поверхностью является мгновенным центром скоростей шестерни. Тогда её угловая скорость $\omega_1 = \frac{V_A}{AP_1} = 4$ рад/с. Направление угловой скорости показано на рис. 2.37 дуговой стрелкой ω_1 .

Расстояние от мгновенного центра скоростей шестерни до её точки B $P_1B = 0,45$ м. Скорость точки B : $V_B = \omega_1 \cdot P_1B = 1,8$ м/с. Вектор скорости \vec{V}_B перпендикулярен линии P_1B и направлен в сторону вращения шестерни.

При вращении коромысла CO_1 вокруг неподвижной оси O_1 вектор скорости \vec{V}_C перпендикулярен коромыслу. Точка P_2 , лежащая на пересечении перпендикуляров, восстановленных к векторам \vec{V}_B и \vec{V}_C – скоростей точек B и C , является мгновенным центром скоростей шатуна BC (рис. 2.37). Расстояние

$$BK = BC \cos 30^\circ = 0,52 \text{ м}; \quad \cos \alpha = \frac{AP_1}{BP_1} = 0,89; \quad P_2B = \frac{BK}{\cos \alpha} = 0,58 \text{ м.}$$

Угловая скорость шатуна $\omega_{BC} = \frac{V_B}{BP_2} = 3,1 \text{ рад/с.}$

Направление угловой скорости шатуна показано на рис. 2.37 дуговой стрелкой ω_{BC} .

Расстояние

$$P_2C = BC \cdot \sin 30^\circ - P_2B \cdot \sin \alpha = 0,04 \text{ м.}$$

Скорость точки C шатуна BC :

$$V_C = \omega_{BC} \cdot P_2C = 0,12 \text{ м/с.}$$

Длина коромысла $CO_1 = CK + KO_1 = 0,5 \text{ м}$, угловая скорость коромысла $\omega_{CO_1} = \frac{V_C}{CO_1} = 0,24 \text{ рад/с.}$

Найдём ускорения звеньев механизма.

Считая, что точка C принадлежит шатуну BC , выразим ускорение точки C через полюс B : $\vec{a}_C = \vec{a}_B + \vec{a}_{CB}^n + \vec{a}_{CB}^\tau$, где \vec{a}_B – ускорение полюса B ; \vec{a}_{CB}^n , \vec{a}_{CB}^τ – нормальная и касательная составляющие вектора ускорения точки C при вращении шатуна вокруг полюса B .

Полагая, что точка B принадлежит шестерне 1, выразим её ускорение через полюс A : $\vec{a}_B = \vec{a}_A + \vec{a}_{BA}^n + \vec{a}_{BA}^\tau$, где \vec{a}_A – ускорение точки A шестерни; \vec{a}_{BA}^n , \vec{a}_{BA}^τ – нормальная и касательная составляющие вектора ускорения точки B при вращении шестерни вокруг полюса A .

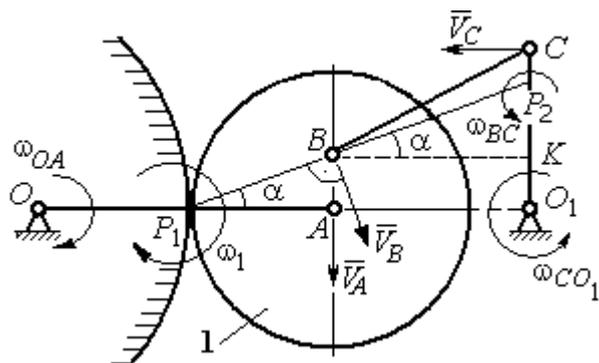


Рис. 2.37. Расчётная схема для определения угловых скоростей звеньев механизма

Поскольку точка A принадлежит и кривошипу OA , а точка C – коромыслу CO_1 , вращающихся вокруг своих неподвижных осей, вектора ускорений этих

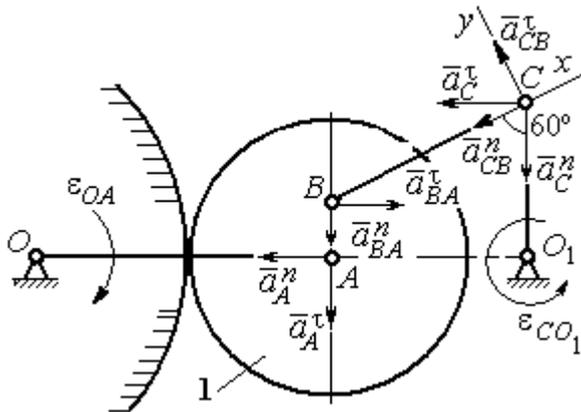


Рис. 2.38. Расчётная схема для определения ускорений точек механизма

точек можно представить в виде сумм векторов:

$$\vec{a}_A = \vec{a}_A^n + \vec{a}_A^\tau, \quad \vec{a}_C = \vec{a}_C^n + \vec{a}_C^\tau,$$

где \vec{a}_A^n , \vec{a}_A^τ – нормальная и касательная составляющие вектора ускорения точки A при вращении кривошипа вокруг оси O ; \vec{a}_C^n , \vec{a}_C^τ – нормальная и касательная составляющие

вектора ускорения точки C при вращении коромысла вокруг оси O_1 .

В результате подстановок получим полное векторное равенство, связывающее ускорения точек механизма:

$$\vec{a}_C^n + \vec{a}_C^\tau = \vec{a}_{CB}^n + \vec{a}_{CB}^\tau + \vec{a}_{BA}^n + \vec{a}_{BA}^\tau + \vec{a}_A^n + \vec{a}_A^\tau.$$

Направления векторов ускорений показаны на рис. 2.38.

Модули векторов ускорений:

$$a_C^n = \omega_{CO_1}^2 \cdot CO_1 = 0,03 \text{ м/с}^2; \quad a_{CB}^n = \omega_{CB}^2 \cdot CB = 5,77 \text{ м/с}^2,$$

$$a_A^n = \omega_{OA}^2 \cdot OA = 3,2 \text{ м/с}^2; \quad a_A^\tau = \varepsilon_{OA} \cdot OA = 3,2 \text{ м/с}^2,$$

$$a_{BA}^n = \omega_1^2 \cdot BA = 3,2 \text{ м/с}^2; \quad a_{BA}^\tau = \varepsilon_1 \cdot BA.$$

Для определения ε_1 углового ускорения шестерни 1 продифференцируем

равенство $V_A = \omega_1 \cdot AP_1 = \omega_1 r_1$. Получим: $a_A^\tau = \varepsilon_1 r_1$, откуда $\varepsilon_1 = \frac{a_A^\tau}{r_1} = 8 \text{ рад/с}^2$.

Тогда $a_{BA}^\tau = 1,6 \text{ м/с}^2$.

Неизвестными в векторном равенстве ускорений остаются модули векторов \vec{a}_{CB}^{τ} и \vec{a}_C^{τ} . Выберем ось x вдоль шатуна BC , как показано на рис. 2.38, и спроектируем на неё полное векторное равенство.

Получим уравнение:

$$-a_C^n \cos 60^\circ - \vec{a}_C^{\tau} \cos 30^\circ = -a_{CB}^n - a_{BA}^n \cos 60^\circ + a_{BA}^{\tau} \cos 30^\circ - a_A^n \cos 30^\circ - a_A^{\tau} \cos 60^\circ,$$

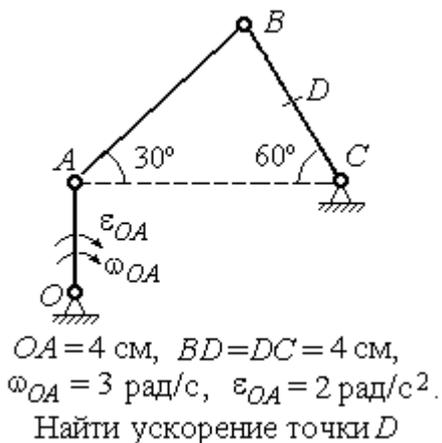
откуда найдём ускорение $a_C^{\tau} = 11,94 \text{ м/с}^2$. Угловое ускорение качалки

$$\varepsilon_{CO_1} = \frac{|a_C^{\tau}|}{CO_1} = 23,88 \text{ рад/с}^2.$$

Положительное значение касательного ускорения a_C^{τ} свидетельствует о том, что направление вектора ускорения \vec{a}_C^{τ} совпадает с направлением, показанным на рис. 2.38. В эту же сторону направлена и скорость \vec{V}_C точки C (см. рис. 2.37). Следовательно, в данном положении движение качалки ускоренное и угловое ускорение направлено в сторону угловой скорости.

Упражнения

Упражнения 2.9



Упражнения 2.10

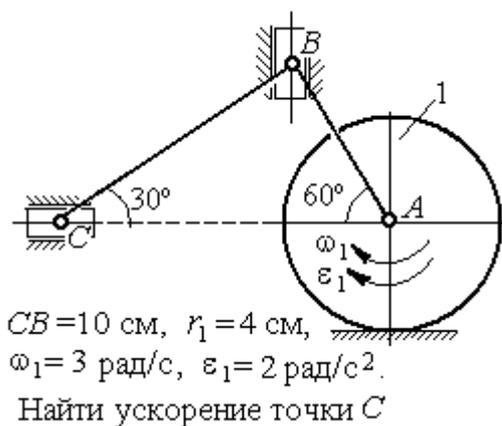


Рис. 2.39. Задания для самостоятельного решения. Упражнения 2.9, 2.10

3. СЛОЖНОЕ ДВИЖЕНИЕ ТОЧКИ

3.1. Основные понятия и определения сложного движения точки

Рассматривается подвижное твердое тело и точка, перемещающаяся относительно тела.

Неподвижная система координат, относительно которой определяются движения точки и тела, называется **основной**. Связанная с телом и движущаяся вместе с ним система координат называется **подвижной**.

Движение точки относительно подвижной системы координат (фактически движение точки относительно тела) называется **относительным**. **Переносным** движением называют движение, которое совершает точка вместе с подвижной системой координат (фактически вместе с телом). Движение точки относительно основной (неподвижной) системы координат называется **абсолютным**.

Скорость точки относительно подвижной системы координат называют **относительной скоростью**, ускорение – **относительным ускорением**.

Переносной скоростью точки и **переносным ускорением** называют скорость и ускорение той точки тела, с которой в данный момент совпадает движущаяся точка.

Скорость и ускорение точки относительно основной системы называют **абсолютной скоростью и абсолютным ускорением**.

При вычислении абсолютной скорости используется теорема о сложении скоростей: **скорость абсолютного движения точки равна векторной сумме переносной и относительной скоростей**: $\vec{V} = \vec{V}_e + \vec{V}_r$, где \vec{V} , \vec{V}_e , \vec{V}_r – вектора абсолютной, переносной и относительной скоростей точки.

При вычислении абсолютного ускорения используется теорема Кориолиса о сложении ускорений: **абсолютное ускорение точки равно векторной сумме трех ускорений – относительного, переносного и ускорения Кориолиса**: $\vec{a} = \vec{a}_e + \vec{a}_r + \vec{a}_k$, где \vec{a} – вектор абсолютного ускорения точки; \vec{a}_e, \vec{a}_r –

вектора соответственно переносного и относительного ускорений точки; \vec{a}_k – вектор ускорения Кориолиса.

Вектор ускорения Кориолиса определяется векторным произведением: $\vec{a}_k = 2(\vec{\omega}_e \times \vec{V}_r)$, где $\vec{\omega}_e$ – вектор угловой скорости переносного движения; \vec{V}_r – вектор относительной скорости точки. Модуль ускорения Кориолиса: $|\vec{a}_k| = 2|\vec{\omega}_e| \cdot |\vec{V}_r| \sin\alpha$, где α – угол между вектором угловой скорости переносного движения $\vec{\omega}_e$ и вектором относительной скорости точки \vec{V}_r (рис. 3.1).

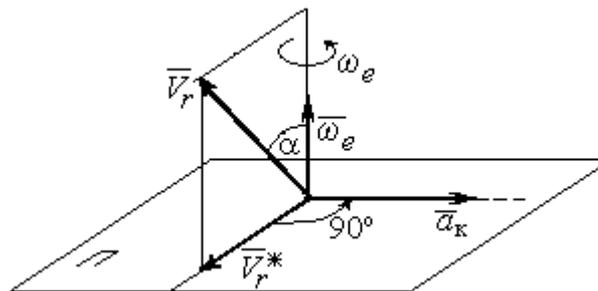


Рис. 3.1. Определение ускорения Кориолиса по правилу Жуковского

На рис. 3.1 показан способ определения вектора ускорения Кориолиса по правилу Н. Е. Жуковского. Правило состоит в следующем. Построим плоскость Π , перпендикулярную вектору угловой скорости $\vec{\omega}_e$, и спроектируем вектор относительной скорости \vec{V}_r на эту плоскость. Проекцию обозначим \vec{V}_r^* (см. рис. 3.1). Чтобы получить направление ускорения Кориолиса, следует вектор проекции относительной скорости \vec{V}_r^* повернуть на 90° в плоскости Π вокруг оси переносного вращения в направлении этого вращения.

Если сложное движение точки происходит в плоскости, перпендикулярной оси переносного вращения, направление ускорения Кориолиса можно получить простым поворотом вектора относительной скорости на угол 90° вокруг оси переносного вращения в направлении этого вращения. При этом модуль ускорения Кориолиса $a_k = 2|\omega_e| \cdot |V_r| \sin 90^\circ = 2\omega_e V_r$.

Примеры решения задач на сложное движение точки

Задача 37. Компрессор с криволинейными каналами (рис. 3.2) вращается с постоянной угловой скоростью $\omega = 10$ рад/с вокруг оси O , перпендикулярной

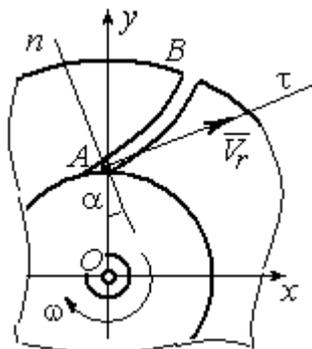


Рис.3.2. Движение воздуха по каналу компрессора

плоскости рисунка. Воздух перемещается по каналу AB с постоянной относительной скоростью $V_r = 4$ м/с. Найти ускорение частицы воздуха в начале канала в точке A и проекции этого ускорения на оси неподвижной системы координат xOy , если радиус $OA = 0,5$ м, радиус кривизны канала в точке A $\rho = 0,8$ м, угол между нормалью n к кривой AB в точке A и радиусом OA $\alpha = 30^\circ$.

Решение

Переносным движением для частицы воздуха будет вращательное движение компрессора, а скорость точки A компрессора, где по условию находится частица воздуха, будет её переносной скоростью: $V_e = \omega \cdot OA = 5$ м/с. Вектор \vec{V}_e переносной скорости частицы перпендикулярен радиусу OA и направлен в сторону угловой скорости вращения компрессора (рис. 3.3).

Вектор \vec{V}_r относительной скорости частицы воздуха направлен вдоль касательной к кривой AB (стенки канала) в точке A .

Вектор абсолютной скорости частицы воздуха равен геометрической сумме векторов относительной и переносной скоростей:

$\vec{V} = \vec{V}_r + \vec{V}_e$ (см. рис. 3.3). Спроектируем это векторное равенство на оси x, y . Получим систему уравнений:

$$V_x = V_e + V_r \cos 30^\circ = 8,46 \text{ м/с}; V_y = V_r \cos 60^\circ = 2 \text{ м/с}.$$

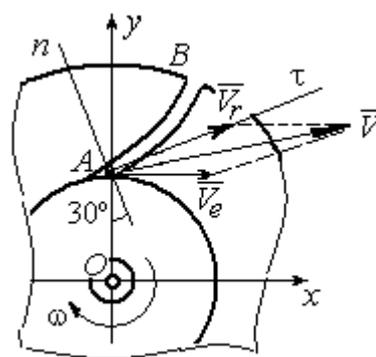


Рис. 3.3. Построение вектора абсолютной скорости частицы

Модуль абсолютной скорости $V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} = 8,69$ м/с.

Найдём ускорение частицы воздуха.

Абсолютное ускорение частицы определяется по теореме сложения ускорений:

$$\vec{a} = \vec{a}_r + \vec{a}_e + \vec{a}_k.$$

В относительном движении частица движется между стенками канала по криволинейной траектории, и её ускорение \vec{a}_r представляется суммой: $\vec{a}_r = \vec{a}_r^n + \vec{a}_r^\tau$, где \vec{a}_r^n , \vec{a}_r^τ – вектора нормальной и касательной составляющих относительного ускорения частицы.

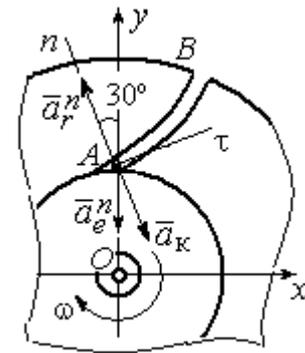


Рис. 3.4. Составляющие ускорения частицы в сложном движении

Переносное ускорение частицы \vec{a}_e есть ускорение точки A вращающегося компрессора, которое выражается суммой $\vec{a}_e = \vec{a}_e^n + \vec{a}_e^\tau$, где \vec{a}_e^n , \vec{a}_e^τ – вектора нормальной и касательной составляющих переносного ускорения частицы.

В результате абсолютное ускорение частицы воздуха в точке A выражается векторной суммой:

$$\vec{a} = \vec{a}_r^n + \vec{a}_r^\tau + \vec{a}_e^n + \vec{a}_e^\tau + \vec{a}_k.$$

Вычислим модули ускорений:

$$a_r^\tau = \dot{V}_r = 0, \quad a_r^n = \frac{V_r^2}{\rho} = 20 \text{ м/с}^2; \quad a_e^\tau = \varepsilon \cdot OA = \dot{\omega} \cdot OA = 0,$$

$$a_e^n = \omega^2 r = 50 \text{ м/с}^2; \quad a_k = 2\omega V_r = 80 \text{ м/с}^2.$$

Направление ускорения Кориолиса определяется простым поворотом вектора относительной скорости на угол 90° вокруг оси переносного вращения в направлении этого вращения. Вектора ускорений показаны на рис. 3.4.

Спроектируем векторное равенство ускорения частицы на оси неподвижной системы координат xOy . Получим:

$$a_x = -a_r^n \cos 60^\circ + a_k \cos 60^\circ = 30 \text{ м/с}^2 ;$$

$$a_y = a_r^n \cos 30^\circ - a_e^n - a_k \cos 30^\circ = -101,96 \text{ м/с}^2.$$

$$\text{Модуль ускорения } a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} = 106,28 \text{ м/с}^2.$$

Задача 38. При совмещении работы механизмов подъёма груза и поворота крана (рис. 3.5) груз A перемещается в горизонтальном и вертикальном направлениях. На участке разгона барабан B радиуса $r_1 = 0,5$ м, на который навит канат, поддерживающий груз, вращается с постоянным угловым ускорением $\varepsilon_1 = 3 \text{ рад/с}^2$, а кран разворачивается вокруг оси O_1O_2 с угловым ускорением $\varepsilon_2 = 0,5 \text{ рад/с}^2$.

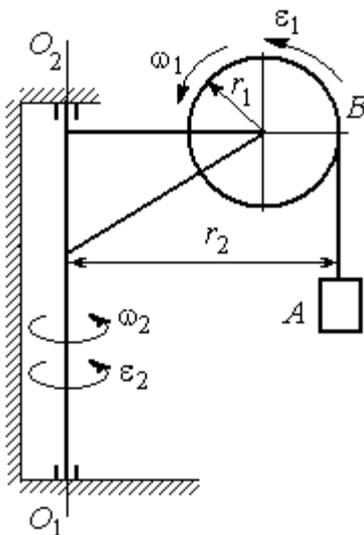


Рис. 3.5. Механизм поворотного крана

Пренебрегая отклонением каната от вертикали, определить скорость и ускорение груза в момент времени $t_1 = 1$ с, если вылет стрелы крана до линии подвеса груза $r_2 = 10$ м.

Пренебрегая отклонением каната от вертикали, определить скорость и ускорение груза в момент времени $t_1 = 1$ с, если вылет стрелы крана до линии подвеса груза $r_2 = 10$ м.

Решение

Подъём груза A на канате является для груза относительным движением, а вращение крана – переносным. Вектор абсолютной скорости груза равен сумме $\vec{V} = \vec{V}_r + \vec{V}_e$, где вектора относительной \vec{V}_r и переносной \vec{V}_e скоростей.

При равноускоренном вращении барабана B из состояния покоя его угловая скорость $\omega_1 = \varepsilon_1 t$. В момент времени $t_1 = 1$ с $\omega_1 = 3 \text{ рад/с}$. Скорость подъёма груза A в этот момент $V_r(1) = \omega_1(1)r_1 = 1,5 \text{ м/с}$. Вектор относительной скорости \vec{V}_r направлен вдоль линии движения груза, в сторону его подъёма (рис. 3.6).

Угловая скорость крана при постоянном угловом ускорении $\omega_2 = \varepsilon_2 t$.

При $t_1 = 1$ с $\omega_2 = 0,5$ рад/с. Переносная скорость груза A равна скорости груза, движущегося вместе со стрелой крана по окружности радиуса r_2 : $V_e = \omega_2 r_2 = 5$ м/с. Вектор переносной скорости груза \vec{V}_e направлен по касательной к траектории переносного движения груза в сторону угловой скорости вращения крана (см. рис. 3.6).

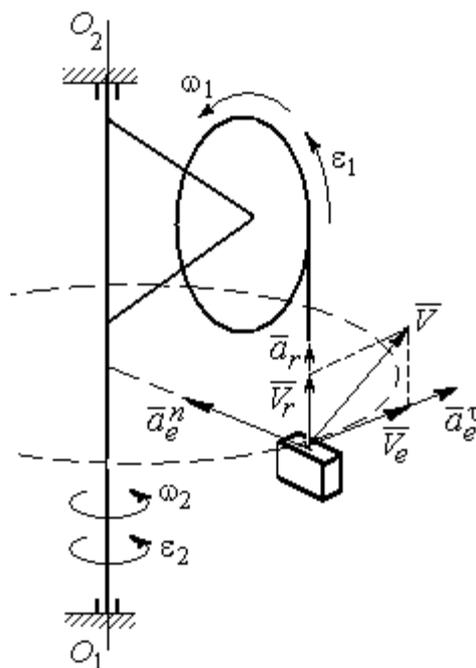


Рис. 3.6. Расчётная схема для определения скорости и ускорения груза на поворотном кране

Так как вектора относительной и переносной скоростей груза взаимно перпендикулярны, модуль абсолютной скорости $V = \sqrt{V_r^2 + V_e^2} = 5,22$ м/с.

Найдём абсолютное ускорение груза.

Теорема сложения ускорений имеет вид векторной суммы:

$\vec{a} = \vec{a}_r + \vec{a}_e + \vec{a}_k = \vec{a}_r^n + \vec{a}_r^\tau + \vec{a}_e^n + \vec{a}_e^\tau + \vec{a}_k$, где \vec{a}_r^n , \vec{a}_r^τ , \vec{a}_e^n , \vec{a}_e^τ , \vec{a}_k – вектора нормального и касательного ускорений груза в относительном и переносном движениях и ускорение Кориолиса. Найдём модули векторов ускорений.

Нормальное относительное ускорение a_r^n груза, движущегося прямолинейно, равно нулю: $a_r^n = 0$, а касательное a_r^τ равно по величине касательному ускорению точки на поверхности барабана: $a_r^\tau = \varepsilon_1 r_1 = 1,5$ м/с². Направление вектора \vec{a}_r^τ относительного касательного ускорения груза определяется направлением углового ускорения барабана.

Переносные нормальное a_e^n и касательное a_e^τ ускорения груза: $a_e^n = \omega_2^2 r_2 = 2,5 \text{ м/с}^2$; $a_e^\tau = \varepsilon_2 r_2 = 5 \text{ м/с}^2$. Вектор касательного ускорения \vec{a}_e^τ направлен в сторону углового ускорения вращения крана.

Ускорение Кориолиса a_k равно нулю, так как вектор \vec{V}_r параллелен вектору $\vec{\omega}_2$: $a_k = 0$.

Направления векторов ускорений, модули которых отличны от нуля, показаны на рис. 3.6. В результате вектор абсолютного ускорения груза представлен в виде разложения на три взаимно перпендикулярных вектора:

$$\vec{a} = \vec{a}_e^n + \vec{a}_e^\tau + \vec{a}_r^\tau, \quad \text{поэтому модуль абсолютного ускорения груза}$$

$$a = \sqrt{(a_e^n)^2 + (a_e^\tau)^2 + (a_r^\tau)^2} = 5,79 \text{ м/с}^2.$$

Задача 39. Фигура, состоящая из половины диска и построенного на его диаметре равнобедренного треугольника (рис. 3.7), вращается вокруг оси, перпендикулярной плоскости фигуры и проходящей

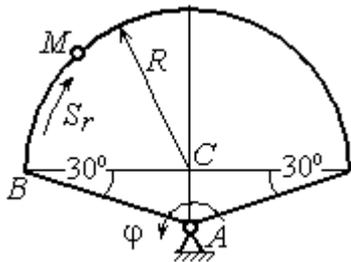


Рис. 3.7. Схема сложного движения точки

перпендикулярной плоскости фигуры и проходящей через вершину A треугольника, по закону $\varphi_e = 5t - 2t^2$ рад. Положительное направление вращения отмечено на схеме дуговой стрелкой φ .

По ободу диска из начального положения B движется точка M . Уравнение движения точки:

$B\ddot{M} = S_r = 9\pi t^2$, см.. Положительное направление отсчёта дуги BM показано дуговой стрелкой S_r (см. рис. 3.7). Радиус диска $R = 9$ см. Найти абсолютную скорость и абсолютное ускорение точки M в момент времени $t_1 = 1$ с.

Решение

Переносным движением точки M является вращение фигуры вокруг оси A , относительным – её движение по окружности обода диска.

Положение точки M на окружности определяется центральным углом: $\alpha = \frac{S_r}{R}$, где S_r – длина дуги окружности, пройденная точкой. В момент времени $t_1 = 1$ с $S_r = 9\pi$ см и $\alpha = \pi$. Расчётное положение точки M на рис. 3.8 обозначено M_1 .

Угловая скорость вращения фигуры равна модулю производной $\omega_e = |\dot{\varphi}_e| = |5 - 4t|$. При $t_1 = 1$ с $\omega_e(1) = 1$ рад/с. Направление угловой скорости определяется знаком производной $\dot{\varphi}_e$. Положительная на данный момент времени величина производной ($\dot{\varphi}_e = 1$) показывает, что вращение фигуры происходит в положительном направлении отсчёта угла φ_e и отмечено на рис. 3.8 дуговой стрелкой ω_e .

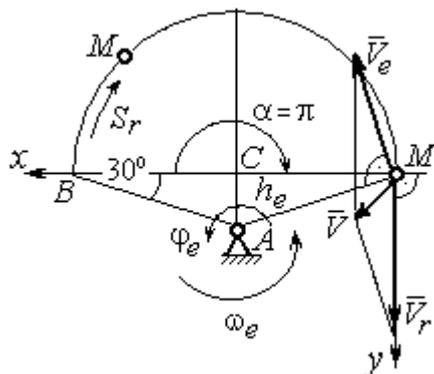


Рис. 3.8. Расчётная схема для вычисления абсолютной скорости точки

Переносная скорость точки V_e – это скорость расчётного положения точки M вращающейся фигуры: $V_e = \omega_e h_e = \omega_e AM_1 = \frac{\omega_e R}{\cos 30^\circ} = 10,39$ см/с. Вектор переносной скорости точки \vec{V}_e перпендикулярен отрезку AM_1 и направлен в сторону вращения фигуры (см. рис. 3.8).

Скорость точки в относительном движении определяется как модуль производной: $V_r = |\dot{S}_r| = |18\pi t|$. При $t_1 = 1$ с $V_r = 56,5$ см/с. Положительное значение производной $\dot{S}_r = 18\pi > 0$ указывает, что в этот момент времени относительное движение точки происходит в положительном направлении отсчёта дуги окружности, по которой движется точка. Вектор \vec{V}_r относительной скорости точки перпендикулярен отрезку CM_1 и направлен в сторону её движения.

Абсолютная скорость точки равна сумме векторов переносной и относительной скоростей $\vec{V} = \vec{V}_e + \vec{V}_r$. Для того чтобы найти абсолютную скорость

точки, выберем оси координат M_1x, M_1y , как показано на рис. 3.8, и спроектируем обе части векторного равенства теоремы сложения скоростей на эти оси:

$$V_x = V_e \cos 60^\circ = 5,2 \text{ см/с}, \quad V_y = -V_e \cos 30^\circ + V_r = 47,5 \text{ см/с}.$$

Модуль абсолютной скорости: $V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} = 47,8 \text{ см/с}.$

Абсолютное ускорение точки определяется по теореме сложения ускорений: $\vec{a} = \vec{a}_e + \vec{a}_r + \vec{a}_k.$

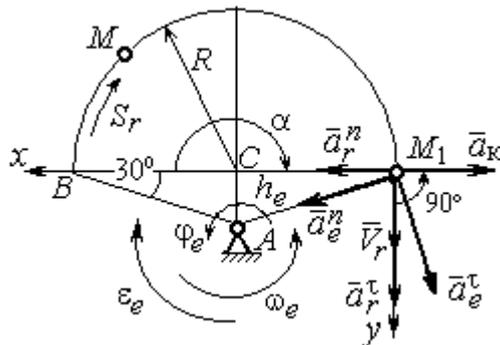


Рис. 3.9. Расчетная схема для определения абсолютного ускорения точки

Переносное ускорение точки представляется в виде суммы: $\vec{a}_e = \vec{a}_e^\tau + \vec{a}_e^n$, где \vec{a}_e^τ и \vec{a}_e^n – переносные касательное и нормальное ускорения. В относительном движении точки (по дуге окружности) ускорение также может быть разложено на две составляющие – относительные касательное и нормальное ускорения: $\vec{a}_r = \vec{a}_r^\tau + \vec{a}_r^n$. В результате теорема о сложении ускорений приобретает вид: $\vec{a} = \vec{a}_r^\tau + \vec{a}_r^n + \vec{a}_e^\tau + \vec{a}_e^n + \vec{a}_k.$

ма о сложении ускорений приобретает вид: $\vec{a} = \vec{a}_r^\tau + \vec{a}_r^n + \vec{a}_e^\tau + \vec{a}_e^n + \vec{a}_k.$

Вычислим модули и направления векторов ускорений в расчётном положении точки M_1 .

Относительное касательное ускорение a_r^τ вычисляется по формуле:

$$a_r^\tau = |\ddot{S}_r|, \quad \text{где } \ddot{S}_r = 18\pi = 56,5 \text{ см/с}^2. \quad \text{Так как значение второй производной } \ddot{S}_r$$

положительно, вектор ускорения \vec{a}_r^τ направлен по касательной в сторону положительного отсчёта траектории относительного движения. Относительное нормальное ускорение точки a_r^n вычисляется по формуле: $a_r^n = \frac{V_r^2}{R}$ и в момент

$$t_1 = 1 \text{ с равно } 355,3 \text{ см/с}^2. \quad \text{Вектор ускорения } \vec{a}_r^n \text{ направлен по радиусу диска к центру } C \text{ (рис. 3.9).}$$

Вектор ускорения \vec{a}_r^n направлен по радиусу диска к центру C (рис. 3.9).

Угловое ускорение фигуры в момент времени $t_1 = 1$ с, $\varepsilon_e = |\ddot{\phi}_e| = 4$ рад/с². Поскольку значение второй производной угла поворота отрицательное ($\ddot{\phi}_e = -4$ рад/с²), то угловое ускорение направлено в сторону, противоположную положительному направлению отсчёта угла поворота фигуры, как показано на рис. 3.9 дуговой стрелкой ε_e . Модуль переносного касательного ускорения a_e^τ определяется по формуле $a_e^\tau = \varepsilon_e h_e = \varepsilon_e \cdot AM_1$ и в момент времени $t_1 = 1$ с равен 41,6 см/с². Вектор переносного касательного ускорения точки \vec{a}_e^τ перпендикулярен AM_1 и направлен в сторону углового ускорения фигуры ε_e (см. рис. 3.9). Переносное нормальное ускорение вычисляется по формуле $a_e^n = \omega_e^2 h_e = \omega_e^2 \cdot AM_1$ и на момент времени $t_1 = 1$ с: $a_e^n = 10,4$ см/с². Вектор переносного нормального ускорения \vec{a}_e^n направлен вдоль отрезка M_1A к оси вращения тела (см. рис. 3.9).

Модуль ускорения Кориолиса в момент времени $t_1 = 1$ с $a_k = 2\omega V_r = 113,1$ см/с². По условию задачи вектор \vec{V}_r скорости относительного движения точки перпендикулярен вектору $\vec{\omega}_e$ угловой скорости переносного движения. В этом случае для определения направления ускорения Кориолиса достаточно повернуть вектор относительной скорости \vec{V}_r на 90° в сторону переносного движения (см. рис. 3.9).

Для определения абсолютного ускорения точки выберем оси M_1x и M_1y , как показано на рис. 3.9, и спроектируем обе части векторного равенства теоремы сложения ускорений на эти оси. Получим:

$$a_x = -a_e^\tau \cos 60^\circ + a_e^n \cos 30^\circ + a_r^n - a_k = 230,4 \text{ см/с}^2;$$

$$a_y = a_e^\tau \cos 30^\circ + a_e^n \cos 60^\circ + a_r^\tau = 97,9 \text{ см/с}^2.$$

Модуль абсолютного ускорения

$$a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} = 250,3 \text{ см/с}^2.$$

Задача 40. Диск (рис. 3.10) вращается вокруг оси O_1O_2 , проходящей вдоль вертикального диаметра, с угловой скоростью $\omega = 2t^2 + 4\cos\pi t$ рад/с. Положительное направление отсчёта угла поворота диска отмечено на схеме дуговой стрелкой φ . Вдоль другого диаметра диска, наклоненного под углом 30° к вертикальному, движется точка M по закону $CM = S_r = (4t - 1)^2 - 1$ см. Расстояние отсчитывается от точки C на краю диска. Положительное направление движения точки M показано стрелкой S_r . Радиус диска $R = 4$ см. Найти абсолютную скорость и абсолютное ускорение точки M

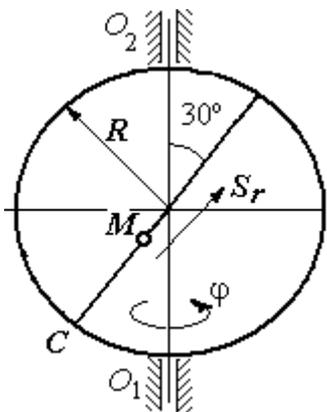


Рис. 3.10. Схема сложного движения точки

в момент времени $t_1 = 1$ с.

Решение

Переносным движением точки M является вращение диска вокруг вертикального диаметра, относительным – её прямолинейное движение вдоль наклонного диаметра диска.

Расстояние S_r , пройденное точкой, к моменту времени $t_1 = 1$ с равно 8 см. При радиусе диска $R = 4$ см точка M в данный момент времени находится на противоположном от точки C конце диаметра. На рис. 3.11 это положение обозначено буквой M_1 .

Угловая скорость диска равна модулю производной: $\omega = |\dot{\varphi}| = |2 + 4\cos\pi t|$ и при $t_1 = 1$ с $\omega = 2$ рад/с. Направление угловой скорости определяется по знаку производной $\dot{\varphi}$. В данном случае производная имеет отрицательное значение ($\dot{\varphi} = -2$ рад/с). Это означает, что вращение диска происходит в сторону, противоположную положительному направлению отсчёта угла поворота. Направление угловой скорости диска в данный момент времени отмечено на рис. 3.11 дуговой стрелкой ω .

Переносная скорость точки V_e – это скорость точки M_1 на вращающемся диске: $V_e = \omega h_e = \omega \cdot KM_1$, где $KM_1 = h_e$ – расстояние от оси вращения диска до точки M_1 . Очевидно, $KM_1 = 0,5R = 2$ см. При $t_1 = 1$ с величина переносной скорости $V_e = 4$ см/с. Вектор переносной скорости \vec{V}_e перпендикулярен плоскости диска $O_1M_1O_2$ и направлен в сторону вращения диска (рис. 3.11, a).

(На рис. 3.11, a символ \odot рядом с вектором означает, что данный вектор направлен перпендикулярно плоскости рисунка «к нам», символ \oplus – «от нас».)

Относительная скорость точки равна модулю

$$\text{производной: } V_r = \left| \dot{S}_r \right| =$$

$= |8(4t - 1)|$. При $t_1 = 1$ с $V_r = 24$ см/с. Положительное значение самой производной \dot{S}_r указывает, что относительное движение точки в данный момент времени происходит в положительном направлении. Вектор \vec{V}_r относительной скорости точки в положении M_1 направлен вдоль диаметра диска CM_1 в сторону движения.

Абсолютная скорость точки равна сумме векторов переносной и относительной скоростей: $\vec{V} = \vec{V}_e + \vec{V}_r$. Так как векторы \vec{V}_e и \vec{V}_r взаимно перпендикулярны, модуль абсолютной скорости $V = \sqrt{V_e^2 + V_r^2} = 24,33$ см/с. Вектор абсолютной скорости на рис. 3.11 не показан.

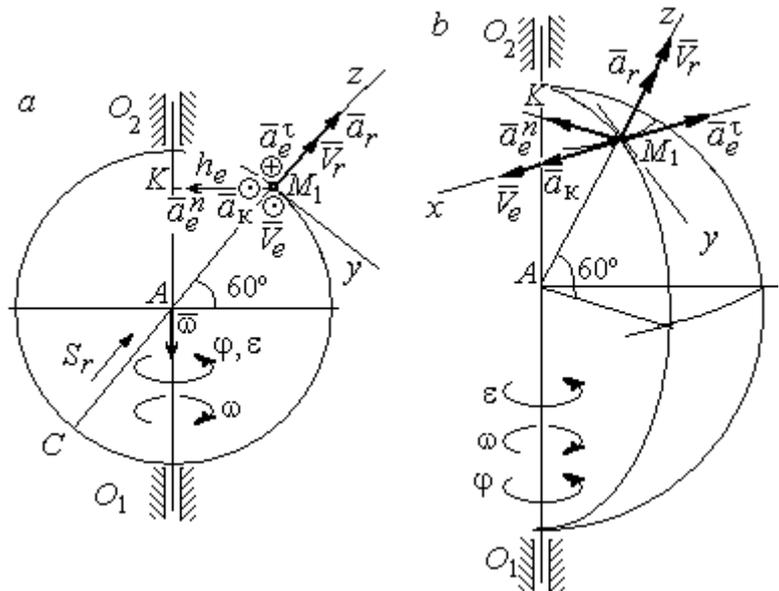


Рис. 3.11. Расчётная схема определения абсолютной скорости и ускорения точки:
 a – плоская модель движения;
 b – пространственная модель движения

Абсолютное ускорение точки определяется векторной суммой, которая при прямолинейном относительном и вращательном переносном движениях представляется в виде: $\vec{a} = \vec{a}_r + \vec{a}_e^\tau + \vec{a}_e^n + \vec{a}_k$.

Относительное ускорение точки $a_r = |\ddot{S}_r| = 32 \text{ см/с}^2$. Так как значение второй производной \ddot{S}_r положительно, вектор ускорения \vec{a}_r в точке M_1 направлен по линии движения точки в сторону положительного направления (см. рис. 3.11).

Угловое ускорение диска $\varepsilon = |\dot{\omega}| = |4t - 4\pi \sin \pi t|$. В момент времени $t_1 = 1 \text{ с}$ $\varepsilon = 4 \text{ рад/с}^2$. Положительное значение производной в данный момент времени ($\dot{\omega} = 4 \text{ рад/с}^2$) означает, что угловое ускорение ε направлено в сторону положительного направления отсчёта угла поворота диска. Направление углового ускорения показано на рис. 3.11 дуговой стрелкой ε . Модуль переносного касательного ускорения a_e^τ определяется по формуле $a_e^\tau = \varepsilon h_e$, и при $t_1 = 1 \text{ с}$ $a_e^\tau = 8 \text{ см/с}^2$. Вектор ускорения \vec{a}_e^τ перпендикулярен плоскости диска $O_1M_1O_2$ в точке M_1 и направлен в сторону углового ускорения (противоположно вектору скорости).

Переносное нормальное ускорение a_e^n рассчитывается по формуле $a_e^n = \omega^2 h_e = \omega^2 \cdot KM_1$, и при $t_1 = 1 \text{ с}$ $a_e^n = 8 \text{ см/с}^2$. Вектор переносного нормального ускорения \vec{a}_e^n направлен вдоль отрезка M_1K к оси вращения диска (см. рис. 3.11).

Вектор скорости относительного движения точки \vec{V}_r составляет с вектором угловой скорости переносного движения $\vec{\omega}$ угол 150° . Модуль ускорения Кориолиса на момент времени $t_1 = 1 \text{ с}$ $a_k = 2|\omega||V_r|\sin 150^\circ = 48 \text{ см/с}^2$. Направление вектора ускорения Кориолиса определяем по правилу Жуковского. Так, вектор относительной скорости точки \vec{V}_r проектируем на плоскость, перпенди-

кулярную вектору $\vec{\omega}$ (т. е. на плоскость, перпендикулярную оси вращения тела). На рис 3.11, a это будет проекция на линию KM_1 . Далее следует повернуть вектор проекции относительной скорости вокруг оси вращения на 90° в сторону угловой скорости вращения диска. На рис 1.11, a вектор ускорения Кориолиса перпендикулярен плоскости рисунка в точке M_1 и направлен «на нас».

Для определения абсолютного ускорения точки выберем оси координат M_1x , M_1y и M_1z , как показано на рис. 3.11 (на рис. 3.11, a ось M_1x направлена перпендикулярно рисунку «к нам» и на рисунке не показана). Спроектируем обе части векторного равенства теоремы сложения ускорений на оси

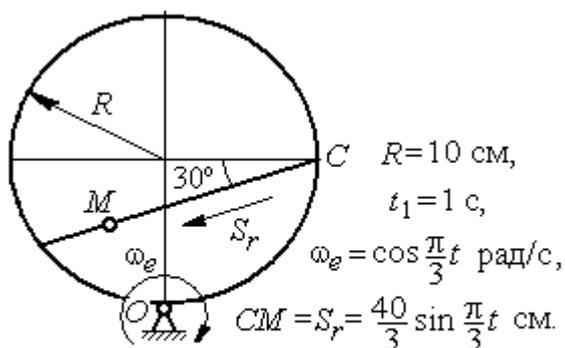
$$a_x = -a_e^\tau + a_k = 40 \text{ см/с}^2; \quad a_y = -a_e^n \cos 30^\circ = 6,93 \text{ см/с}^2;$$

$$a_z = a_r - a_e^n \cos 60^\circ = 28 \text{ см/с}^2.$$

$$\text{Модуль абсолютного ускорения } a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2} = 49,32 \text{ см/с}^2.$$

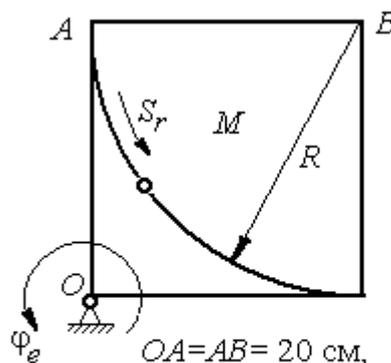
Упражнения

Упражнение 3.1



Найти скорость и ускорение точки M в момент $t = t_1$

Упражнение 3.2



Найти скорость и ускорение точки M в момент $t = t_1 = 1 \text{ с}$

Рис. 3.12. Задания для самостоятельного решения. Упражнения 3.1, 3.2

4. ДИНАМИКА ТОЧКИ

4.1. Дифференциальные уравнения движения точки

Движение материальной точки под действием системы сил $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_K$ в прямоугольной декартовой системе координат $Oxyz$ описывается **дифференциальными уравнениями**:

$$m \frac{d^2x}{dt^2} = \sum F_{kx}, \quad m \frac{d^2y}{dt^2} = \sum F_{ky}, \quad m \frac{d^2z}{dt^2} = \sum F_{kz}.$$

Обозначая вторые производные от координат по времени двумя точками, уравнения движения можно записать в виде:

$$m\ddot{x} = \sum F_{kx}; \quad m\ddot{y} = \sum F_{ky}; \quad m\ddot{z} = \sum F_{kz},$$

где m – масса точки; x, y, z – текущие координаты точки; $\ddot{x}, \ddot{y}, \ddot{z}$ – проекции вектора ускорения точки на оси координат; $\sum F_{kx}, \sum F_{ky}, \sum F_{kz}$ – алгебраические суммы проекций всех сил на оси координат.

Для удобства интегрирования дифференциальные уравнения движения иногда представляют в виде:

$$m \frac{dV_x}{dt} = \sum F_{kx}; \quad m \frac{dV_y}{dt} = \sum F_{ky}; \quad m \frac{dV_z}{dt} = \sum F_{kz},$$

где $V_x = \dot{x}, V_y = \dot{y}, V_z = \dot{z}$ – проекции вектора скорости точки на оси координат.

В естественной системе координат движение материальной точки описывается уравнениями в естественной форме:

$$m \frac{dV}{dt} = \sum F_{k\tau}; \quad m \frac{V^2}{\rho} = \sum F_{kn}; \quad 0 = \sum F_{kb},$$

где ρ – радиус кривизны траектории; τ, n, b – оси естественного трехгранника – касательная, нормаль и бинормаль.

В общем случае правые части дифференциальных уравнений зависят от времени, положения и скорости точки. Интегрирование дифференциальных

уравнений производится в зависимости от их вида методами, известными из курса математики.

Примеры решения задач на интегрирование уравнений движения

Задача 41. При обогащении по трению разделение частиц производится следующим образом. Барабанный питатель (рис. 4.1) сообщает частице в точке A сортировочного стола AB начальную скорость V_0 , направленную вдоль поверхности стола, наклоненного под углом α к горизонту. Нижний край стола в точке B поднят на высоту h над уровнем пола. Частица скользит по столу, испытывая силу трения скольжения с коэффициентом трения f . Дойдя до края стола в точке B , частица отрывается от него и совершает свободное падение с высоты h . На каком расстоянии $CK = \ell$ на полу нужно установить стенку приёмного устройства, чтобы частицы с коэффициентом трения меньше заданного $f < f_1$ перелетали за точку C и попадали в приёмник, а с большим коэффициентом $f > f_1$ – не долетали до него.

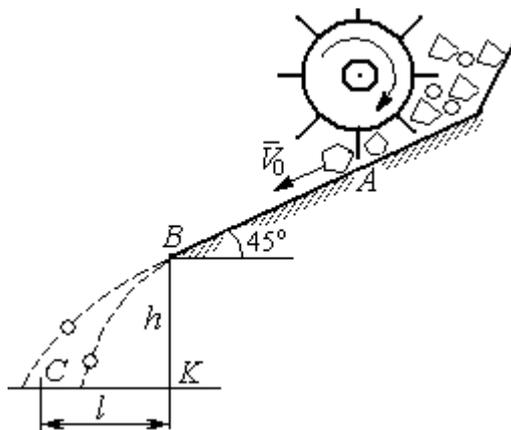


Рис. 4.1. Разделение частиц по трению

Начальная скорость частицы $V_0 = 1$ м/с, длина сортировочного стола $AB = S = 1,2$ м, угол наклона $\alpha = 45^\circ$, высота точки отрыва $BK = h = 1,5$ м, заданный коэффициент трения для разделения частиц $f_1 = 0,4$.

Решение

Из условия задачи следует, что частица с коэффициентом трения, равным заданному, $f = f_1$ в конце своего движения (скольжение по столу + свободное падение) должна попасть ровно в точку C (см. рис. 4.1).

Рассмотрим первый участок движения такой частицы – прямолинейное движение по шероховатой поверхности наклонного стола. На частицу действуют сила тяжести \vec{P} , реакция опоры \vec{N} и сила трения $\vec{F}_{\text{тр}}$. Выберем систему координат xAy , направив ось x вдоль линии движения, а ось y – перпендикулярно ей (рис. 4.2). Движение частицы описывается уравнениями:

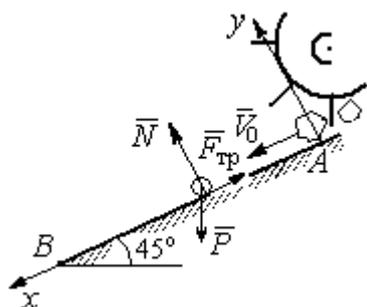


Рис. 4.2. Движение частицы по наклонной плоскости

$$m\ddot{x} = \sum F_{kx} = P\cos 45^\circ - F_{\text{тр}};$$

$$m\ddot{y} = \sum F_{ky} = -P\cos 45^\circ + N.$$

Поскольку вдоль оси y частица не перемещается, то $\ddot{y} = 0$. Тогда второе уравнение движения представляется в виде: $-P\cos 45^\circ + N = 0$, откуда реакция опоры частицы $N = mg\cos 45^\circ$. Сила трения,

которую испытывает частица, двигаясь по сортировочному столу: $F_{\text{тр}} = fN = fmg\cos 45^\circ$, где f – коэффициент трения.

Подставляя в уравнение движения частицы, выражение силы трения и полагая ускорение $\ddot{x} = \frac{dV_x}{dt}$, получим дифференциальное уравнение

$$\frac{dV_x}{dt} = g(1 - f)\cos 45^\circ \text{ или при } f = f_1 = 0,4: \frac{dV_x}{dt} = 4,18.$$

После интегрирования найдём скорость и закон движения частицы как функции времени: $V_x = 4,18t + C_1$; $x = 2,09t^2 + C_1t + C_2$.

Константы интегрирования C_1, C_2 находятся из начальных условий движения. Подставляя начальные условия $x(0) = 0$, $\dot{x}(0) = V_x(0) = V_0$ в уравнение движения частицы, найдём $C_2 = 0$, $C_1 = V_0$.

Окончательно движение частицы на прямолинейном участке AB сортировочного стола описывается системой уравнений: $V_x = 4,18t + 1$; $x = 2,09t^2 + t$.

Допустим частица достигает края стола B в момент времени $t = t_B$. Её координата равна длине сортировочного стола: $x(t_B) = S$, а скорость равна скорости отрыва её от стола: $V_x(t_B) = V_B$. Подставим эти условия в уравнения движения, получим систему: $V_B = 4,18t_B + 1$, $S = 2,09t_B^2 + t_B$, откуда скорость частицы в точке отрыва её от стола $V_B = \sqrt{1 + 8,36S}$. При длине стола $S = 1,2$ м скорость отрыва $V_B = 3,32$ м/с.

Рассмотрим участок BC свободного падения частицы, брошенной с высоты h с начальной скоростью V_B , направленной под углом 45° к горизонту (рис. 4.3). В полёте на частицу действует только сила тяжести \vec{P} . Выберем прямоугольную систему координат xKy с началом координат в точке K (см. рис. 4.3). Дифференциальные уравнения движения точки

$$m\ddot{x} = 0; m\ddot{y} = -P = -mg \text{ или } \ddot{x} = 0, \ddot{y} = -g.$$

Интегрируя первое уравнение, получим, что движение частицы вдоль оси x описывается уравнениями $\dot{x} = C_3$; $x = C_3t + C_4$. Константы интегрирования C_3 и C_4 определяются из начальных условий движения: при $t = 0$, $x(0) = 0$, $\dot{x}(0) = V_{Bx}$, где V_{Bx} – проекция вектора скорости \vec{V}_B на ось x , $V_{Bx} = V_B \cos 45^\circ = 2,35$ м/с. После подстановки начальных условий в уравнение движения частицы получим: $C_4 = 0$, $C_3 = 2,35$. В результате, движение частицы вдоль оси x при её свободном падении описывается уравнением $x = 2,35t$.

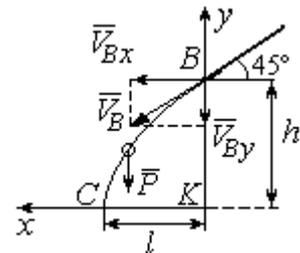


Рис. 4.3. Свободное падение частицы

Проинтегрируем уравнение движения частицы в направлении оси y . Получим: $\dot{y} = -gt + C_5$ и $y = -g \frac{t^2}{2} + C_5t + C_6$. Начальные условия движения частицы вдоль оси y : при $t = 0$, $y(0) = h = 1,5$ м, $\dot{y}(0) = V_{By} = -V_B \cos 45^\circ = -2,35$ м/с, где V_{By} – проекция вектора скорости \vec{V}_B на ось y . Подставляя начальные

условия в уравнение движения, найдём: $C_6 = h$; $C_5 = V_{By} = -2,35$. Таким образом, движение частицы вдоль оси y при её свободном падении описывается уравнением $y = -4,91t^2 - 2,35t + 1,5$.

В момент $t = t_{\Pi}$ падения частицы на пол её вертикальная координата обращается в нуль: $y = 0$, а горизонтальная – равна дальности полёта: $x = \ell$. Подставляя эти условия в уравнения движения частицы, получим систему:

$$\ell = 2,35t_{\Pi}, \quad 0 = -4,91t_{\Pi}^2 - 2,35t_{\Pi} + 1,5.$$

Исключая в системе время t_{Π} , выразим уравнение для определения дальности горизонтального полёта: $\ell^2 + 1,12\ell - 1,68 = 0$. Отсюда находим: $\ell = 0,85$ м.

Таким образом, частицы с коэффициентом трения $f = 0,4$ в конце своего движения падают на горизонтальную поверхность на расстоянии 0,85 м от края стола. Очевидно, именно здесь необходимо установить разделительную стенку приёмного устройства. Частицы с меньшим коэффициентом трения ($f < 0,4$) будут улетать за стенку, а при большем ($f > 0,4$) – не долетать. К примеру, длина горизонтального полёта частицы с коэффициентом трения $f = 0,3$ составляет 0,89 м, а при $f = 0,5$ равна 0,61 м.

Задача 42. Материальная точка массой $m = 1$ кг движется прямолинейно

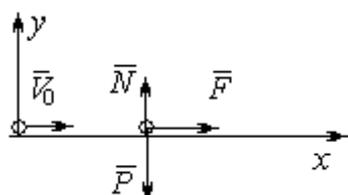


Рис. 4.4. Прямолинейное движение точки

по горизонтальной поверхности под действием силы $F = 10 - kt$ Н, где k – коэффициент пропорциональности; $k = \text{const}$; t – время в секундах. Определить величину коэффициента k , при котором скорость точки за первую секунду от начала движения

увеличится от начального значения $V_0 = 2$ м/с до величины $V_1 = 10$ м/с, а также путь, пройденный точкой до остановки.

Решение

Для описания движения точки выберем прямоугольную систему координат x, y с началом в том месте, откуда точка начала движение (рис. 4.4).

На точку действуют сила тяжести \vec{P} , реакция опоры \vec{N} и заданная сила \vec{F} . Направление силы \vec{F} на рис. 4.4 соответствует начальному этапу движения, когда проекция силы на ось x положительная. Движение точки описывается уравнением $m\ddot{x} = F_x = 10 - kt$.

Положим $\ddot{x} = \frac{dV}{dt}$. Здесь в силу того, что движение происходит только вдоль одной координаты, индекс x у скорости опущен. Учитывая массу точки, получим уравнение $\frac{dV}{dt} = 10 - kt$. Разделив переменные и проинтегрировав по-

лученное уравнение, найдём закон изменения скорости точки

$V = 10t - k\frac{t^2}{2} + C_1$. Выражая скорость через производную от координаты

$V = \frac{dx}{dt}$, получим дифференциальное уравнение $\frac{dx}{dt} = 10t - k\frac{t^2}{2} + C_1$, интегрируя

которое, найдём уравнение движения точки $x = 5t^2 - k\frac{t^3}{6} + C_1t + C_2$.

Подставляя начальные условия (при $t = 0$, $V = V_0 = 2$ м/с, $x = 0$) в уравнения, получим: $C_1 = 2$, $C_2 = 0$. Окончательно движение точки описывается системой уравнений:

$$V = 10t - k\frac{t^2}{2} + 2; \quad x = 5t^2 - k\frac{t^3}{6} + 2t.$$

Известно, что через 1 с от начала движения точка приобрела скорость $V_1 = 10$ м/с. Подставляя это условие в первое уравнение, найдём $k = 4$.

В момент t_1 точка остановилась и её скорость обращается в нуль: $V(t_1) = 0$, а координата равна пройденному пути: $x(t_1) = S$. Подставляя эти условия в уравнения движения с учетом вычисленного значения коэффициента

k , получим систему: $0 = 10t_1 - 2t_1^2 + 2$; $S = 5t_1^2 - \frac{2}{3}t_1^3 + 2t_1$, откуда находим путь,

пройденный точкой до остановки: $S = 51,86$ м.

Задача 43. Материальная точка массой $m = 1$ кг, находясь на высоте $h_1 = 2$ м над уровнем Земли, подброшена вертикально вверх (ось x) с начальной скоростью $V_0 = 4$ м/с (рис. 4.5, *a*). При движении на точку действует сила сопротивления, пропорциональная квадрату скорости, так, что проекция её на вертикаль направлена в сторону, противоположную движению, $R_x = -0,5mV^2$ Н, где V – скорость точки. Определить, на какой высоте h_2 от уровня Земли скорость падающей обратно точки достигнет значения начальной стартовой скорости.

Решение

Решение задачи осуществляется в два этапа. На первом этапе рассматривается движение точки вверх с высоты h_1

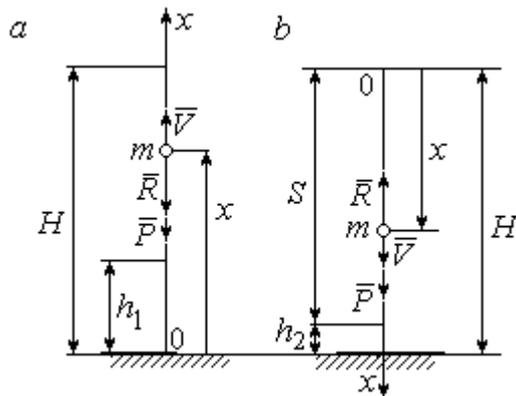


Рис. 4.5. Силы, действующие на точку в полёте:
a – движение точки вверх;
b – движение точки вниз

с начальной скоростью V_0 и определение максимальной высоты полёта H , на втором этапе – падение точки вниз с высоты H без начальной скорости (рис. 4.5, *b*).

Рассмотрим первый этап движения и найдём максимальную высоту подъёма точки. На рис. 4.5, *a* показаны силы, действующие на точку в полёте: сила тяжести \vec{P} и сила сопротивления \vec{R} . Ось x , вдоль

которой происходит движение точки, выбрана по направлению движения, начало координат – на уровне Земли (см. рис. 4.5, *a*).

Дифференциальное уравнение движения точки в проекции на ось x : $m\ddot{x} = \sum F_x = P_x + R_x$, где проекции сил тяжести и сопротивления на ось x :

$P_x = -P = -mg$; $R_x = -0,5mV^2$. Полагая $\dot{x} = \frac{dV}{dt}$, получим уравнение движения

точки в виде: $\frac{dV}{dt} = -(g + 0,5V^2)$.

Учитывая, что $\frac{dV}{dt} = \frac{dV}{dx} \frac{dx}{dt} = V \frac{dV}{dx} = \frac{dV^2}{2dx}$, исходное уравнение движения

представляется в виде, удобном для интегрирования: $\frac{dV^2}{g + 0,5V^2} = -2dx$.

Проинтегрировав это уравнение, находим: $\ln(g + 0,5V^2) = -x + C$.

В начальном положении, т. е. при $t = 0$, точка находилась на высоте $x = h_1$, а скорость её $V = V_0$. Подставив эти значения в проинтегрированное уравнение, получим: $C = h_1 + \ln(g + 0,5V_0^2)$. Окончательно положение точки в полёте определяется выражением $x = h_1 + \ln\left(\frac{g + 0,5V_0^2}{g + 0,5V^2}\right)$.

При максимальном подъёме точки, т. е. при $x = H$, её скорость обращается в нуль: $V = 0$. Подставляя H , получим: $H = h_1 + \ln\left(1 + \frac{V_0^2}{2g}\right)$. При начальной скорости $V_0 = 4$ м/с, с учётом высоты точки старта $h_1 = 2$ м, высота подъёма точки относительно уровня Земли $H = 2,6$ м.

Рассмотрим второй этап решения задачи – движение точки вниз с максимальной высоты H без начальной скорости. Выберем ось x по направлению движения и поместим начало координат в точке, откуда началось движение вниз (рис. 4.5, *b*). Дифференциальное уравнение движения падающей точки:

$m \frac{dV}{dt} = P_x + R_x = mg - 0,5mV^2$, которое, как и в предыдущем случае, приводится к виду: $\frac{dV^2}{g - 0,5V^2} = 2dx$.

Проинтегрировав это уравнение, находим: $\ln(g - 0,5V^2) = -x + C_1$.

В начальном положении, т. е. при $t = 0$, координата точки и скорость равны нулю: $x = 0, V = 0$. Подставив эти значения, находим: $C_1 = \ln g$.

Окончательно положение падающей точки определяется выражением

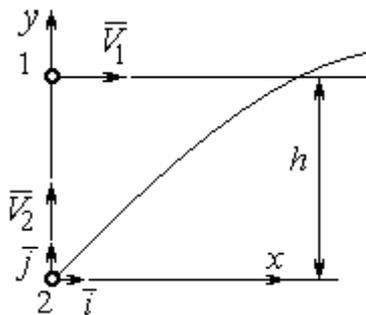
$$x = \ln\left(\frac{g}{g - 0,5V^2}\right).$$

Расстояние S , которое пролетела точка с высоты H , приобретя скорость,

$$V_0: S = \ln\left(\frac{g}{g - 0,5V_0^2}\right). \text{ Высота } h_2 \text{ этого положения от уровня Земли: } h_2 = H - S$$

(см. рис. 4.5, *b*). С учётом величины начальной скорости $V_0 = 4$ м/с, максимальной высоты подъёма точки $H = 2,6$ м высота $h_2 = 0,91$ м.

Задача 44. Точка 1 движется горизонтально с постоянной скоростью V_1



на высоте h . Точка 2 массой m_2 находится в начале координат (рис. 4.6).

В момент, когда обе точки находились на одной вертикали y , точка 2 стартовала вертикально вверх со скоростью V_2 . В полёте на точку 2 действует отклоняющая сила \vec{F}_2 , которая представлена в виде разложения по единичным векторам \vec{i} ,

\vec{j} системы координат xu : $\vec{F}_2 = p\vec{i} + q\vec{j}$, где $p, q - \text{const}$. С какой скоростью V_2 должна стартовать точка 2, чтобы обе точки встретились.

Решение

Рассмотрим движение точки 2. На точку действует сила тяжести \vec{P}_2 и сила \vec{F}_2 , проекции которой на оси x, y : $F_{2x} = p$, $F_{2y} = q$ (рис. 4.7).

Уравнения движения точки в проекциях на оси xu имеют вид:

$$m_2\ddot{x} = p, \quad m_2\ddot{y} = q - m_2g.$$

Дважды интегрируя первое уравнение, полу-

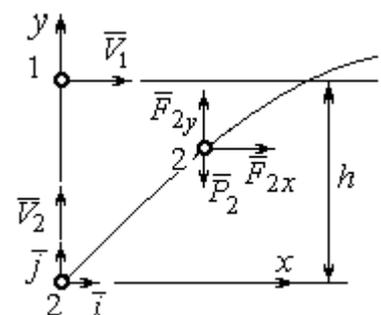


Рис. 4.7. Расчётная схема встречи точек

чим: $\dot{x} = \frac{p}{m_2}t + C_1$; $x = \frac{p}{2m_2}t^2 + C_1t + C_2$. Константы интегрирования найдём из условия, что в начальный момент вторая точка стартовала из начала координат вертикально, то есть при $t = 0$ $x = 0$ и $\dot{x} = V_{2x} = 0$. Подставляя начальные условия в уравнения движения, получим: $C_1 = 0$, $C_2 = 0$. Таким образом, движение точки 2 вдоль оси x описывается уравнением $x = \frac{p}{2m_2}t^2$.

Аналогично, дважды интегрируя второе уравнение движения, получим зависимость скорости движения точки 2 от времени и закон её движения вдоль оси y : $\dot{y} = \left(\frac{q}{m_2} - g\right)t + C_3$; $y = \left(\frac{q}{m_2} - g\right)\frac{t^2}{2} + C_3t + C_4$. Из начальных условий: при $t = 0$ $y = 0$, $\dot{y} = V_{2y} = V_2$ следует: $C_3 = V_2$, $C_4 = 0$.

В результате закон движения точки 2 вдоль оси y : $y = \left(\frac{q}{m_2} - g\right)\frac{t^2}{2} + V_2t$.

Обозначим t_1 – время движения точек до встречи. В момент встречи высота точки 2 $y(t_1) = h$, а расстояние по горизонтали, которое прошла точка 2 до встречи, должно быть равно расстоянию, пройденному точкой 1 за это же время. Подставляя условия встречи в уравнения движения, получим систему:

$$V_1t_1 = \frac{p}{2m_2}t_1^2; \quad h = \left(\frac{q}{m_2} - g\right)\frac{t_1^2}{2} + V_2t_1,$$

откуда найдём: $V_2 = \frac{h}{t_1} - \left(\frac{q}{m_2} - g\right)\frac{t_1}{2}$, где $t_1 = \frac{2V_1m_2}{p}$.

Упражнения

Упражнение 4.1. Тело массы $m = 2$ кг поднимается по прямой по шероховатой поверхности, составляющей угол 30° с горизонтом. Коэффициент трения $f = 0,4$. На тело действует сила $F = kt + 0,5P$, направленная в сторону движения, параллельно плоскости. Определить величину коэффициента k и начальную скорость тела, направленную вверх по наклонной плоскости, если за первую секунду тело прошло путь $S = 2$ м, а скорость увеличилась вдвое относительно начальной.

Упражнение 4.2. Материальную точку массы $m = 1$ кг, находящуюся на высоте $H = 10$ м над уровнем Земли, бросили под углом $\varphi = 30^\circ$ к горизонту с начальной скоростью V_0 . Свободное движение точки происходит в вертикальной плоскости. Определить начальную скорость V_0 и горизонтальную дальность полета l при падении точки на Землю, если высоту $h = 7$ м она пересекла через 1 с от начала движения.

4.2. Колебания материальной точки

Если материальная точка массой m движется вдоль оси Ox под действием линейной восстанавливающей силы, равной $F = cx$, где c – постоянный коэффициент, x – отклонение точки от положения равновесия, куда поместили начало координат, то дифференциальное уравнение свободных прямолинейных колебаний имеет вид:

$$m\ddot{x} + cx = 0, \text{ или } \ddot{x} + \omega^2 x = 0, \omega^2 = \frac{c}{m},$$

где ω – угловая частота колебаний.

Решение дифференциального уравнения свободных колебаний представляется в виде $x = C_1 \cos \omega t + C_2 \sin \omega t$. Постоянные интегрирования C_1 и C_2 находятся из начальных условий.

Если кроме восстанавливающей силы на материальную точку действует переменная возмущающая сила, колебания точки называются **вынужденными**. В случае гармонического возмущения $Q = H \sin pt$, где H , p – амплитуда и угловая частота возмущающей силы, дифференциальное уравнение вынужденных колебаний материальной точки относительно положения равновесия

$$m\ddot{x} + cx = H \sin pt, \text{ или } \ddot{x} + \omega^2 x = h \sin pt, \omega^2 = \frac{c}{m}, h = \frac{H}{m}$$

где ω – угловая частота собственных колебаний; h – относительная амплитуда возмущающей силы.

Общее решение неоднородного дифференциального уравнения вынужденных колебаний при отсутствии резонанса (частота собственных колебаний точки не совпадает с частотой возмущающей силы $p \neq \omega$) имеет вид:

$x = C_1 \cos \omega t + C_2 \sin \omega t + \frac{h}{\omega^2 - p^2} \sin pt$, а в случае возникновения резонанса

($p = \omega$) определяется формулой: $x = C_1 \cos \omega t + C_2 \sin \omega t - \frac{ht}{2p} \cos pt$. Значения

произвольных постоянных C_1 и C_2 находятся с учётом начальных условий движения.

Колебания груза на двух параллельных пружинах с жесткостью c_1 и c_2 можно рассматривать как колебания груза на одной пружине с эквивалентной жесткостью $c_{\text{ЭКВ}} = c_1 + c_2$, где $c_{\text{ЭКВ}}$ – жесткость эквивалентной пружины. При последовательном соединении пружин коэффициент жесткости эквивалентной

пружины $c_{\text{ЭКВ}} = \frac{c_1 c_2}{c_1 + c_2}$.

Примеры решения задач на колебания точки

Задача 45. Подъёмное устройство (рис. 4.8) опускает груз Q массой $m = 400$ кг в шахту при помощи упругого троса с коэффициентом жесткости $c = 8 \cdot 10^4$ Н/м с постоянной скоростью $V = 10$ м/с. В некоторый момент во время спуска трос защемило в блоке. Пренебрегая массой троса, определить дальнейшее движение груза и найти максимальную силу натяжения троса.

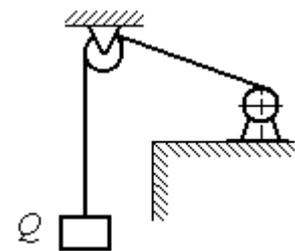


Рис. 4.8. Подъёмное устройство

Решение

После того как произошло защемление троса в обойме блока, вертикальную часть троса длиной ℓ_0 можно рассматривать как пружину с закреплённым верхним концом, а груз – материальной точкой.

Расчетная схема колебаний груза Q на пружине показана на рис. 4.9.

Ось Ox , вдоль которой происходят колебания груза, направлена вертикально вниз. Начало отсчёта координаты x (точка O) выбрано в положении нерастянутой пружины.

На рис. 4.9, *a* положение нерастянутой пружины соответствует положению груза на тросе в момент его заземления.

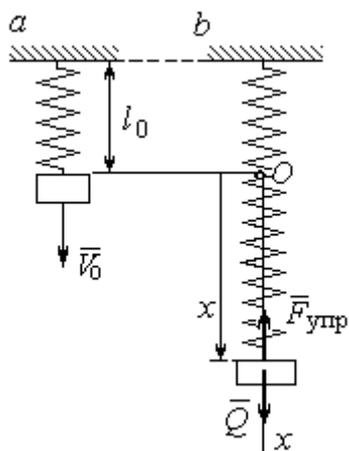


Рис. 4.9. Расчётная схема колебаний груза:
a – положение груза на начало колебаний; *b* – положение груза в произвольный момент времени

В произвольном положении груза (рис. 4.9, *b*), обозначенном координатой x , к нему приложены две силы: сила тяжести \vec{Q} и сила упругости пружины $\vec{F}_{\text{упр}}$. Проекция силы упругости пружины на ось Ox : $F_{\text{упр}x} = -c\Delta\ell = -cx$, где $\Delta\ell$ – удлинение пружины. Дифференциальное уравнение движения груза в проекции на ось Ox имеет вид: $m\ddot{x} = Q - cx$. В результате получаем не-

однородное дифференциальное уравнение колебаний:

$$m\ddot{x} + cx = mg \text{ или } \ddot{x} + \omega^2 x = g,$$

где ω – угловая частота собственных колебаний, $\omega = \sqrt{\frac{c}{m}} = 14,14$ рад/с.

Решение неоднородного дифференциального уравнения представляется в виде $x = C_1 \cos \omega t + C_2 \sin \omega t + \frac{g}{\omega^2}$, где первые два слагаемых представляют общее решения однородного уравнения, последнее – частное решение неоднородного

Для определения произвольных постоянных C_1 и C_2 используем начальные условия движения: при $t = 0$ груз находился в положении $x = 0$, а его скорость равнялась скорости груза $\dot{x} = V_0 = 10$ м/с. Подставляя значение координаты начального положения груза в общее решение уравнения колебаний, полу-

чим: $C_1 = -\frac{g}{\omega^2} = -0,69$ м. Для определения второй константы вычислим скорость груза: $\dot{x} = -C_1\omega\sin\omega t + C_2\omega\cos\omega t$. Подставив начальное значение скорости груза при $t = 0$, получим: $C_2 = \frac{V_0}{\omega} = 0,71$ м. Окончательно, движение груза после заземления троса в обойме блока описывается уравнением

$$x = -0,69\cos 14,14t + 0,71\sin 14,14t + 0,69.$$

Представим уравнение колебаний в виде $x = A\sin(\omega t + \alpha) + \frac{g}{\omega^2}$, где A – амплитуда собственных колебаний груза $A = \sqrt{C_1^2 + C_2^2}$, α – фаза колебаний; $\operatorname{tg}\alpha = \frac{C_1}{C_2}$. Максимальное растяжение троса равно максимальному значению координаты груза: $x_{\max} = \max\left[A\sin(\omega t + \alpha) + \frac{g}{\omega^2}\right] = A + \frac{g}{\omega^2} = 1,68$ м. Соответственно, максимальное усилие в тросе равно значению силы упругости при максимальном растяжении: $F_{\text{упр max}} = cx_{\max} = 134,4$ кН.

Задача 46. Рабочий орган вибрационной машины представляет собой массивное тело, расположенное на гладкой наклонной плоскости между двумя пружинами (см. рис. 4.10). Угол наклона плоскости к горизонту 60° . Масса груза $m = 9$ кг. Пружины, зажимающие груз, имеют коэффициенты жесткости $c_1 = 300$ Н/м и $c_2 = 600$ Н/м.

В начальный момент груз, когда пружины не деформированы, груз оттягивают вниз по наклонной плоскости на расстояние $\Delta\ell = 0,12$ м и отпускают без начальной скорости.

Найти период колебаний, амплитуду и уравнение движения груза.

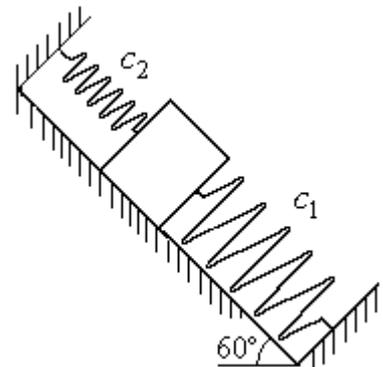


Рис. 4.10. Колебания груза на наклонной плоскости

Решение

Колебания груза, зажатого между двумя пружинами, представим как колебания груза, прикрепленного к одной пружине эквивалентной жёсткости: $c_3 = c_1 + c_2 = 900 \text{ Н/м}$ (рис. 4.11). Ось, вдоль которой происходят колебания, направим вниз по наклонной плоскости. Начало отсчёта координаты груза x

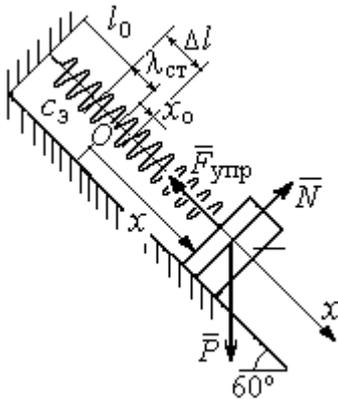


Рис. 4.11. Схема колебаний груза на эквивалентной пружине

выберем в положении его статического равновесия (точка O) (см. рис. 4.11).

Дифференциальное уравнение движения груза в проекции на ось Ox : $m\ddot{x} = P_x - F_{\text{упр}x}$.

Проекция силы упругости пружины на ось Ox :

$$F_{\text{упр}x} = -c_3 \Delta l, \text{ где } \Delta l = (x + \lambda_{\text{ст}}) - \text{удлинение}$$

пружины, включающее её растяжение $\lambda_{\text{ст}}$ относительно положения нерастянутой пружины и

растяжение x относительно начала координат.

Удлинение пружины $\lambda_{\text{ст}}$ определяется из условия равновесия груза на наклонной плоскости в положении статического равновесия:

$$P \cos 30^\circ - F_{\text{упр}} = 0,87mg - c_3 \lambda_{\text{ст}} = 0.$$

Находим $\lambda_{\text{ст}} = \frac{0,87mg}{c_3} = 0,085 \text{ м}.$

Подставляя выражение силы упругости, с учётом условия статического равновесия груза ($0,87mg = c_3 \lambda_{\text{ст}}$), получим дифференциальное уравнение колебаний:

$m\ddot{x} = -c_3 x$ или $\ddot{x} + \omega^2 x = 0$, где ω – угловая частота собственных колебаний груза,

$$\omega = \sqrt{\frac{c_3}{m}} = 10 \text{ рад/с}.$$

Общее решение уравнения колебаний $x = C_1 \cos \omega t + C_2 \sin \omega t$.

Для определения произвольных постоянных C_1 и C_2 вычислим начальные условия движения груза.

Координата начального положения груза на оси Ox (см. рис. 4.11) $x_0 = \Delta\ell - \lambda_{ст} = 0,035$ м. Подставляя значение координаты начального положения груза в общее решение уравнения колебаний при $t = 0$, получим: $C_1 = x_0 = 0,035$ м. Для определения второй константы вычислим скорость груза: $\dot{x} = -C_1\omega_2\sin\omega_2t + C_2\omega_2\cos\omega_2t$. Подставив начальное значение скорости груза: при $t = 0$ $\dot{x} = V_0 = 0$, получим $C_2 = 0$. Окончательно уравнение движения груза относительно его положения статического равновесия $x(t) = 0,035\cos 10t$ м. Амплитуда колебаний $A = 0,035$ м. Период колебаний $T = \frac{2\pi}{\omega} = 0,63$ с.

Задача 47. Пружинный амортизатор состоит из двух одинаковых вертикально стоящих пружин, к верхним концам которых прикреплена невесомая горизонтальная площадка (рис. 4.12). Жёсткость каждой пружины $c = 350$ Н/м. Груз массой $m = 5$ кг падает с высоты $h = 0,3$ м.

Коснувшись площадки, груз начинает двигаться вместе с ней. Определить максимальную осадку амортизатора и уравнение движения груза.

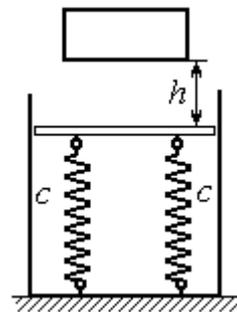


Рис. 4.12. Пружинный амортизатор

Решение

Заменяем две пружины амортизатора одной с жесткостью, эквивалентной двум пружинам: $c_э = 2c = 700$ Н/м. Расчётная схема колебаний груза показана на рис. 4.13. Начало координат оси x (точка O), вдоль которой происходят колебания, выбрано на уровне статического равновесия груза.

При движении (на рис. 4.13, s предполагается движение груза вниз) на груз действуют сила упругости $\vec{F}_{упр}$ и сила тяжести \vec{P} . Уравнение движения груза в проекции на ось x : $m\ddot{x} = P - F_{упр} = P - c_э\Delta\ell$, где $\Delta\ell$ – удлинение (или сжатие) пружины относительно недеформированного состояния.

В произвольном положении груза, обозначенном координатой x (см. рис. 4.13, *c*), сжатие пружины относительно её недеформированного состояния

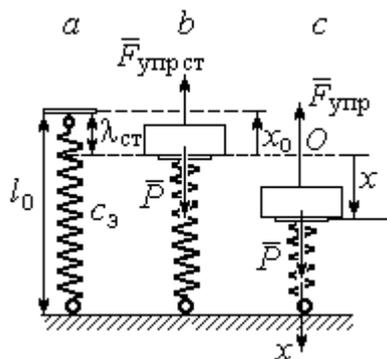


Рис. 4.13. Расчётная схема колебаний на эквивалентной пружине:
a – недеформированная пружина;
b – положение статического равновесия груза; *c* – произвольное положение

(см. рис. 4.13, *a*) составляет величину: $\Delta l = x + \lambda_{ст}$. Величина $\lambda_{ст}$ находится из условия статического равновесия груза, которое выражается равенством (рис. 4.13, *b*): $P - F_{упр ст} = P - c_3 \lambda_{ст} = 0$.

Подставляя это условие в уравнение движения груза, получим дифференциальное уравнение колебаний:

$$m\ddot{x} + c_3 x = 0 \quad \text{или} \quad m\ddot{x} + \omega^2 x = 0, \quad \text{где}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{c_3}{m}} = 11,83 \text{ рад/с} - \text{угловая частота колебаний.}$$

Общее решение однородного уравнения колебаний представляется в виде $x = C_1 \cos \omega t + C_2 \sin \omega t$, где C_1 и C_2 – произвольные постоянные, вычисляемые по начальным условиям движения груза.

По условию задачи груз падает на площадку, установленную на недеформированных пружинах. Это означает, что начальная координата груза при его движении на пружинах соответствует положению недеформированной пружины: $x_0 = -\lambda_{ст} = -\frac{mg}{c_3} = -0,07 \text{ м}$.

Начальная скорость колебаний груза равна скорости груза при падении его с высоты 1 м. Интегрируя уравнение движения груза во время падения $m\ddot{s} = mg$, где s – путь, пройденный телом, получим зависимость скорости от пройденного пути: $V^2 = 2gs$. Полагая $s = 0,3$, найдём скорость груза при его встрече с площадкой: $V = 2,43 \text{ м/с}$. Проекция начальной скорости колебаний груза на ось x положительна: $V_{0x} = V = 2,43 \text{ м/с}$.

Подставив начальные условия в общее решение уравнения колебаний, получим: $C_1 = x_0 = -0,07$ м; $C_2 = \frac{V_{0x}}{\omega} = 0,2$ м. Окончательно уравнение колебаний груза на амортизаторе $x = -0,07\cos 11,83t + 0,2\sin 11,83t$. Амплитуда колебаний $A = \sqrt{C_1^2 + C_2^2} = 0,21$ м. Проседание амортизатора H отсчитывается от положения нерастянутых пружин: $H = A + \lambda_{ст} = 0,28$ м.

Задача 48. Для регистрации (записи) вертикальных колебаний тяжёлых платформ используется пружинный виброграф (рис. 4.14). Схема действия прибора состоит в следующем. Массивная платформа A совершает вертикальные гармонические колебания по закону $\xi = \xi(t)$. На платформе установлена вертикальная стойка с горизонтальной перекладиной, к которой прикреплена пружина жесткостью c . К нижнему концу пружины подвешен груз P массой m с индикаторной стрелкой B (см. рис. 4.14). Вертикальная шкала индикаторной стрелки закреплена на платформе A . В начальный момент груз на пружине находился в покое в положении статического равновесия. Определить закон колебаний стрелки B вдоль шкалы, если масса груза $m = 1$ кг, жесткость пружины $c = 10$ Н/м, платформа совершает вертикальные колебания по закону $\xi = a\sin pt$ см, где амплитуда $a = 0,02$ м, частота колебаний платформы $p = 7$ рад/с.

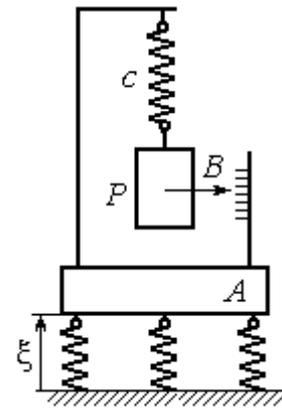


Рис.4.14. Регистратор вертикальных колебаний

Решение

Выберем неподвижную ось x , связанную, например, с неподвижной поверхностью, на которой стоит платформа. Начало координат – точку O выберем на уровне статического равновесия груза на пружине при неподвижной платформе. Произвольное положение груза отмечено координатой x (рис. 4.15).

Растяжение пружины при неподвижной платформе составляет величину $x + \lambda_{ст}$, где $\lambda_{ст}$ – удлинение пружины в положении статического равновесия

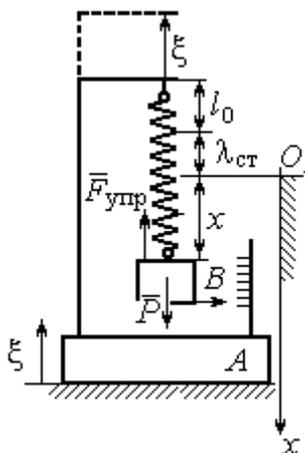


Рис. 4.15. Расчётная схема колебаний груза

груза, определяемое из условия $P - c\lambda_{ст} = 0$.

Вместе с тем колебание платформы вызывает аналогичное смещение точки подвеса пружины.

В результате растяжение пружины при произвольном положении груза равно сумме:

$$\Delta l = (x + \lambda_{ст} + \xi).$$

На груз действуют сила тяжести \vec{P} и сила упругости пружины $\vec{F}_{упр}$. Дифференциальное

уравнение движения груза в проекции на ось Ox :

$$m\ddot{x} = P_x + F_{упр,x}, \text{ где проекции } P_x = P, F_{упр,x} = -c\Delta l = -c(x + \lambda_{ст} + \xi).$$

Расчётная схема колебаний груза показана на рис. 4.15.

С учётом условия статического равновесия груза $P - c\lambda_{ст} = 0$ получим дифференциальное уравнение вынужденных колебаний груза в виде:

$$\ddot{x} + \omega^2 x = -h \sin pt,$$

где ω – угловая частота собственных колебаний груза, $\omega = \sqrt{\frac{c}{m}} = 3,16$ рад/с;

h – относительная амплитуда вынужденных колебаний, $h = \frac{ca}{m} = 0,2$ м/с²;

p – угловая частота вынужденных колебаний, $p = 7$ рад/с.

Решение уравнения вынужденных колебаний представляется суммой $x = x_1 + x_2$, где x_1 является общим решением однородного уравнения

$\ddot{x}_1 + \omega^2 x_1 = 0$, а x_2 – частное решение уравнения вынужденных колебаний:

$$\ddot{x}_2 + \omega^2 x_2 = -h \sin pt.$$

Решив однородное уравнение, находим: $x_1 = C_1 \cos \omega t + C_2 \sin \omega t$.

При отсутствии резонанса (а в данном случае частота вынужденных колебаний груза не совпадает с частотой собственных $\omega \neq p$) частное решение уравнения вынужденных колебаний ищем в виде $x_2 = b \sin pt$. Подставляя частное решение в уравнение вынужденных колебаний, получим уравнение $-bp^2 \sin pt + \omega^2 b \sin pt = -h \sin pt$, откуда находим коэффициент: $b = \frac{h}{p^2 - \omega^2}$.

В результате общее решение уравнения колебаний принимает вид:

$$x = x_1 + x_2 = C_1 \cos \omega t + C_2 \sin \omega t + \frac{h}{p^2 - \omega^2} \sin pt,$$

где константы C_1 и C_2 подлежат определению.

В начальный момент груз находился на пружине в положении статического равновесия, и потому его начальная координата и скорость равны нулю. Подставляя значение координаты начального положения груза в общее решение уравнения вынужденных колебаний при $t = 0$, получим $C_1 = 0$. Для определения второй константы вычислим скорость груза в произвольный момент времени: $\dot{x} = -C_1 \omega \sin \omega t + C_2 \omega \cos \omega t + \frac{hp}{p^2 - \omega^2} \cos pt$. Подставив начальное значение скорости груза, найдём $C_2 = -\frac{hp}{\omega(p^2 - \omega^2)} = -0,01$ м.

Таким образом, колебания груза относительно неподвижной системы координат описываются уравнением $x = -0,01 \sin 3,16t + 0,05 \sin 7t$ и представляют абсолютное движение груза. Для того чтобы найти закон движения груза относительно платформы – относительное движение, нужно из его абсолютного движения исключить переносное – колебания платформы. Поскольку стрелка прибора закреплена на грузе, а шкала – на платформе, то закон движения стрелки относительно шкалы:

Таким образом, колебания груза относительно неподвижной системы координат описываются уравнением $x = -0,01 \sin 3,16t + 0,05 \sin 7t$ и представляют абсолютное движение груза. Для того чтобы найти закон движения груза относительно платформы – относительное движение, нужно из его абсолютного движения исключить переносное – колебания платформы. Поскольку стрелка прибора закреплена на грузе, а шкала – на платформе, то закон движения стрелки относительно шкалы:

$$x_r = x - \xi = -0,01 \sin 3,16t + 0,05 \sin 7t - 0,02 \sin 7t = -0,01 \sin 3,16t + 0,03 \sin 7t.$$

Упражнения

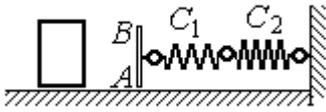


Рис. 4.16. Схема движения груза

Упражнение 4.3. Груз массы $m = 0,5$ кг, получив начальную скорость $V_0 = 6$ м/с, движется по горизонтальной поверхности, испытывая силу сопротивления, равную по величине $F = kV$ и направленную в сторону, противоположную движению. Через 1 с груз соединяется с невесомой вертикальной площадкой AB и продолжает движение вместе с ней, уже без сопротивления. К площадке прикреплены две горизонтальные последовательно соединённые пружины жёсткостью $C_1 = 120$ и $C_2 = 40$ Н/м (рис. 4.16).

Найти величину максимального сжатия пружины, если $k = 0,5$ Н/м/с. Определить закон движения груза.

Упражнение 4.4. Груз массы $m = 1$ кг прикреплен к конструкции, состоящей из трёх вертикальных пружин одинаковой жёсткости $C = 160$ Н/м (рис. 4.17), и находится в равновесии. В некоторый момент времени грузу сообщают скорость $V = 4$ м/с, направленную вверх.

Найти амплитуду и частоту колебаний груза.

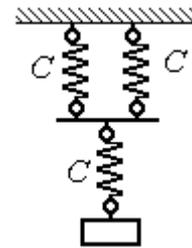


Рис. 4.17. Схема крепления груза на пружинах

4.3. Теорема об изменении кинетической энергии точки

Работой постоянной по величине и направлению силы \vec{F} на прямолинейном перемещении точки приложения силы M (рис. 4.18) называется ска-

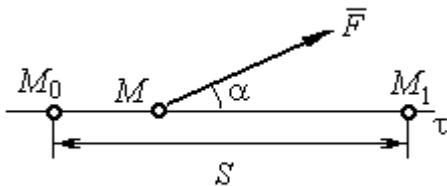


Рис. 4.18. Работа постоянной силы на прямолинейном участке

лярная величина $A(\vec{F}) = FS \cos \alpha$, где F – модуль силы; S – конечное перемещение точки приложения силы; α – угол между направлением вектора силы и направлением перемещения точки приложения силы.

Работа силы тяжести материальной точки при перемещении её из положения M_0 в положение M_1 равна произведению $A_{(M_0M_1)} = \pm Ph$, где P – величина силы тяжести точки; h – вертикальное перемещение точки (рис. 4.19).

Работа силы тяжести положительна, если начальная точка движения выше конечной (см. рис. 4.19, *a*), и отрицательна, если начальная точка ниже конечной (см. рис. 4.19, *b*).

Работа силы упругости пружины при перемещении вдоль линии действия силы из положения недеформированной пружины на

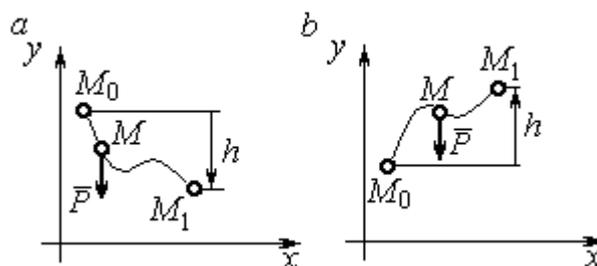


Рис. 4.19. Работа силы тяжести:
a – перемещение точки сверху вниз;
b – перемещение точки снизу вверх

расстояние h определяется формулой $A(\vec{F}_{\text{упр}}) = -\frac{ch^2}{2}$, где c – коэффициент жесткости (или жёсткость) пружины.

Кинетической энергией материальной точки называется скалярная величина $T = \frac{1}{2}mV^2$, где m – масса точки; V – её скорость.

Теорема об изменении кинетической энергии точки. Изменение кинетической энергии материальной точки при переходе её из начального положения в текущее равно алгебраической сумме работ всех действующих на неё сил:

сил: $\frac{mV_1^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} = \sum A_{(M_0M_1)}$, где V_0, V_1 – скорость точки в начальном положении M_0 и в положении M_1 ; $\sum A_{(M_0M_1)}$ – сумма работ всех сил, действующих на точку, при перемещении её из положения M_0 в положение M_1 . При несвободном движении точки в сумму работ сил войдёт и работа реакций связи.

Для определения реакций связи при несвободном движении точки используются уравнения движения в проекциях на оси естественной системы координат – касательную и нормальную:

$m \frac{dV}{dt} = \sum F_\tau$, $m \frac{V^2}{\rho} = \sum F_n$, где $\sum F_\tau$,

$\sum F_n$ – суммы проекций сил на касательную и нормальную оси естественной системы координат, ρ – радиус кривизны траектории точки.

Примеры решения задач с использованием теоремы об изменении кинетической энергии точки

Задача 49. Подъёмное устройство в шахте опускает груз массой 500 кг с постоянной скоростью $V_0 = 6$ м/с. После обрыва каната подъёмника срабатывает предохранительное устройство, которое создаёт силу трения между лифтом подъёмного устройства и стенками шахты. Какую силу трения, считая её постоянной, должно создать предохранительное устройство, чтобы остановить лифт на протяжении пути 10 м.

Решение

Рассмотрим падение груза после обрыва каната подъёмника. На груз действуют сила тяжести \vec{P} и сила трения $\vec{F}_{\text{тр}}$, направленная в сторону, противоположную движению. Считая груз материальной точкой, составим уравнение теоремы об изменении кинетической энергии точки. Получим выражение

$$\frac{mV^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} = Ps - F_{\text{тр}}s, \text{ где } V_0, V - \text{ скорость груза в начале движения (сразу}$$

после обрыва каната) и в конце; s – путь, проходимый грузом за время движения. В конце движения груз должен остановиться, то есть $V = 0$. Тогда уравнение теоремы об изменении кинетической энергии точки принимает вид:

$$-\frac{mV_0^2}{2} = (P - F_{\text{тр}})s, \text{ откуда находим требуемую для остановки груза силу тре-}$$

ния: $F_{\text{тр}} = P + \frac{mV_0^2}{2s}$. Подставляя условия задачи, получим: $F_{\text{тр}} = 5,81$ кН

Задача 50. Тонкий стержень, расположенный в вертикальной плоскости, состоит из двух дуг сопряженных окружностей радиусов $R = 1$ м и $r = 0,5$ м (рис. 4.20). Линия OO_1 , соединяющая центры окружностей, составляет с горизонтом угол 30° . На стержень надет шарик весом $P = 10$ Н. В точке A , положение которой на дуге радиуса R определяется углом $\alpha = 60^\circ$, шарик сообщают начальную скорость V_0 , после чего он скользит по стержню без трения. Опре-

делить значение начальной скорости, при которой шарик достигнет наивысшей точки B со скоростью, равной половине начальной. При найденном значении начальной скорости рассчитать давление шарика на стержень в точке C , положение которой на дуге радиуса r определяется углом $\beta = 90^\circ$ относительно линии центров.

Решение

При движении шарика по стержню без трения на него действуют сила тяжести \vec{P} и реакция опоры \vec{N} . При этом работу совершает только сила тяжести шарика. Реакция гладкой поверхности стержня в любой момент времени перпендикулярна поверхности стержня и потому её работа равна нулю.

По теореме об изменении кинетической энергии точки при движении её

из начального положения A в положение B имеем равенство:

$$\frac{mV_B^2}{2} - \frac{mV_A^2}{2} = A(P) = -Ph_{(AB)},$$

где $h_{(AB)}$ – перепад высот точек B и A ,

$$h_{(AB)} = R + DO + r = \frac{3}{2}(R + r) \text{ (см. рис. 4.21);}$$

V_A, V_B – скорость шарика в точках A и B , причём $V_A = V_0, V_B = 0,5V_0$.

В результате уравнение, составленное на основании теоремы об изменении

кинетической энергии, принимает вид: $\frac{3V_0^2}{8} = g \frac{3}{2}(R + r)$, откуда

$$V_0 = 2\sqrt{(R + r)g} = 7,67 \text{ м/с.}$$

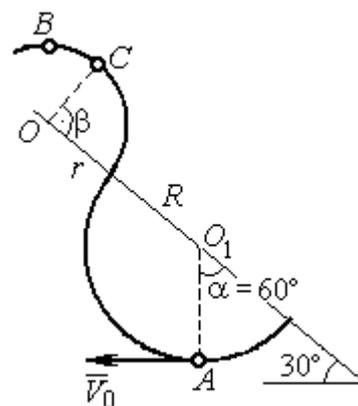


Рис. 4.20. Движение шарика по изогнутому стержню

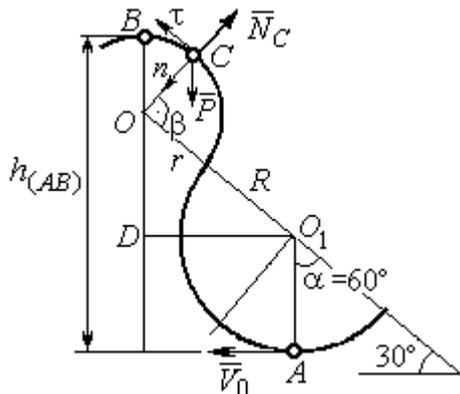


Рис. 4.21. Расчётная схема движения шарика

На рис. 4.21 показаны силы, приложенные к шарик, в момент, когда он находится в точке C . Проведём в точке C оси естественной системы координат – касательную Ct и нормаль Cn . Уравнение движения шарика в проекции на нормальную ось имеет вид: $m \frac{V_C^2}{r} = P \cos 30^\circ - N_C$, откуда найдём реакцию N_C .

Для определения скорости шарика в точке C воспользуемся теоремой об изменении кинетической энергии точки при движении шарика из положения C в положение B . Получим равенство $\frac{mV_B^2}{2} - \frac{mV_C^2}{2} = -Ph_{(CB)}$, где $h_{(CB)}$ – перепад высот при движении шарика из начального положения C в положение B . С учётом известных значений $V_B = 0,5V_0 = 3,84$ м/с и $h_{(CB)} = r \cos 30^\circ = 0,43$ м получим: $V_C = \sqrt{V_B^2 + 2gh_{(CB)}} = 4,82$ м/с.

Из уравнения движения шарика находим реакцию опоры $N_C = P \cos 30^\circ - m \frac{V_C^2}{r} = -38,7$ Н.

Отрицательное значение реакции опоры шарика показывает, что фактическое направление реакции противоположно тому, как показано на рис. 4.21. Искомое давление шарика на трубку равно модулю реакции опоры.

Задача 51. Желоб состоит из шероховатой наклонной прямой AB и гладкой дуги окружности радиуса $r = 0,8$ м, сопряжённых в точке B так, что прямая

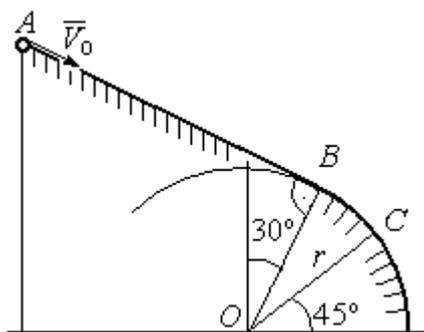


Рис. 4.22. Движение точки по составному желобу

AB является касательной к окружности в точке B (рис. 4.22). Положение точки B на дуге задаётся углом 30° относительно вертикального диаметра окружности. Тяжёлый шарик массой $m = 0,5$ кг начинает движение из точки A со скоростью $V_0 = 0,2$ м/с.

Какой длины S должен быть желоб AB ,

чтобы шарик оторвался от окружности в точке C , определяемой углом 45° относительно горизонтального диаметра, если при движении по прямой AB шарик испытывает сопротивление скольжения с коэффициентом трения $f = 0,4$.

Решение

Рассмотрим движение шарика по дуге окружности. Проведём в точке C оси естественной системы координат – касательную $C\tau$ и нормаль Cn (рис. 4.23). На шарик действуют сила тяжести \vec{P} , реакция \vec{N}_C опоры в точке C . Уравнение движения шарика в проекции на ось Cn имеет вид:

$m \frac{V_C^2}{r} = P \cos 45^\circ - N_C$, где V_C – скорость шарика в точке C . Реакция опоры

$$N_C = P \cos 45^\circ - m \frac{V_C^2}{r}.$$

В момент отрыва шарика в точке C реакция опоры обращается в ноль: $N_C = 0$. В результате получаем уравнение $V_C^2 = rg \cos 45^\circ$, из которого находим скорость шарика в момент его отрыва от опоры: $V_C = 2,36$ м/с.

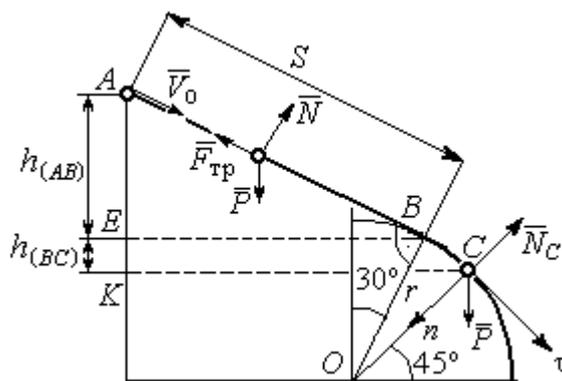


Рис. 4.23. Расчётная схема движения точки

Рассмотрим движение шарика из начального положения A в положение C . На шарик действуют сила тяжести \vec{P} , нормальная реакция опоры \vec{N} и, при движении по наклонной прямой AB , сила трения $\vec{F}_{тр}$ (см. рис. 4.23). Работу совершают сила тяжести шарика и сила трения. Реакция опоры \vec{N} и в том и другом случае перпендикулярна траектории движения, и её работа равна нулю.

Составим уравнение теоремы об изменении кинетической энергии точки

$\frac{mV_C^2}{2} - \frac{mV_A^2}{2} = Ph_{(AC)} - F_{тр}S$, где S – длина участка AB ; $h_{(AC)}$ – перепад высот на участке AC (см. рис. 4.23); $h_{(AC)} = h_{(AB)} + h_{(BC)} = S \sin 30^\circ + r(\cos 30^\circ - \cos 45^\circ)$.

Модуль силы трения: $F_{\text{тр}} = fN$. Для того чтобы найти реакцию N опоры шарика на наклонную поверхность желоба AB , составим проекцию уравнения движения шарика на ось y , перпендикулярную AB (на рис. 4.23 не показана). Получим: $m\ddot{y} = N - P\cos 30^\circ = 0$. Отсюда $N = P\cos 30^\circ$ и сила трения $F_{\text{тр}} = fP\cos 30^\circ$.

Из уравнения теоремы об изменении кинетической энергии точки найдём выражение для определения длины S участка AB :

$$\frac{V_C^2 - V_A^2}{2g} = S\sin 30^\circ + r(\cos 30^\circ - \cos 45^\circ) - fPS\cos 30^\circ,$$

откуда получим $S = 1$ м.

Задача 52. Груз подвешен на нити длиной $l = 1$ м, закреплённой в неподвижной точке O (рис. 4.24). В начальный момент груз находился в положении A , при котором линия OA составляет с вертикалью угол 60° . В этом положении грузу сообщают начальную скорость \vec{V}_0 , перпендикулярно нити. Достигнув горизонтального положения, нить, натянутая грузом, встречает препятствие в виде тонкой проволоки в точке O_1 , расположенной на середине длины нити, и дальше навивается на неё.

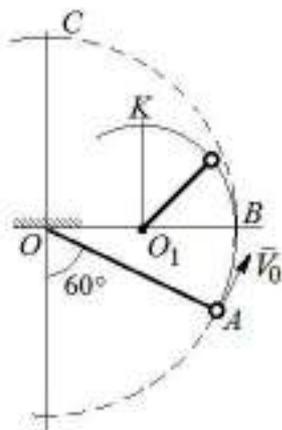


Рис. 4.24. Схема движения груза на нити

В начальный момент груз находился в положении A , при котором линия OA составляет с вертикалью угол 60° . В этом положении грузу сообщают начальную скорость \vec{V}_0 , перпендикулярно нити. Достигнув горизонтального положения, нить, натянутая грузом, встречает препятствие в виде тонкой проволоки в точке O_1 , расположенной на середине длины нити, и дальше навивается на неё.

Какую минимальную начальную скорость нужно сообщить грузу в точке A , чтобы после встречи нити с проволокой в O_1 груз проскочил верхнюю точку траектории K . На какую максимальную высоту (относительно горизонтального диаметра OB) поднимется груз, двигаясь из той же точки A и с той же начальной скоростью, если нить будет двигаться беспрепятственно. Определить скачок натяжения нити в точке B при переходе груза с одной траектории на другую.

Решение

Построим оси естественной системы координат $nK\tau$ в точке K траектории – окружности радиуса $0,5l$ с центром O_1 (рис. 4.25, *a*).

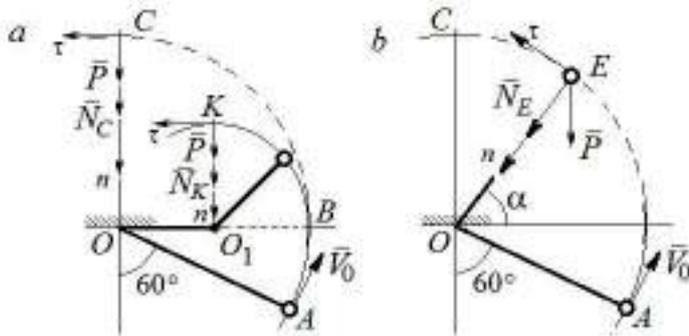


Рис. 4.25. Расчётная схема движения груза:
a – нить навивается на препятствие;
b – свободное движение

Уравнение движения груза в проекции на ось Kn имеет вид:

$$m \frac{V_K^2}{r} = P + N_K, \text{ где } V_K \text{ – скорость}$$

груза в точке K ; N_K – реакция нити; r – радиус окружности движения груза;

$r = 0,5l$. Из уравнения движения находим реакцию нити: $N_K = m \frac{2V_K^2}{l} - P$.

Так как нить представляет собой гибкую связь, то условием достижимости грузом точки K является требование, что при движении нить должна быть натянута, иначе говоря, всюду во время движения должно выполняться неравенство $N_K \geq 0$. С учётом уравнения движения груза это приводит к неравенству, выражающему требование к скорости в конечной точке:

$$V_K^2 \geq \frac{1}{2} gl.$$

Скорость груза в точке K найдём на основании теоремы об изменении кинетической энергии точки при движении груза из положения A в положение K . Имеем равенство

$$\frac{mV_K^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} = -Ph_{(AK)}, \text{ где } h_{(AK)} \text{ – перепад высот точек } A \text{ и } K;$$

$h_{(AK)} = l$ (см. рис. 4.25, *a*). Решая полученное уравнение, найдём зависимость скорости груза в точке K от начальной:

$$V_K^2 = V_0^2 - 2gl.$$

С учётом выполнения неравенства натяжения нити получим: $V_0 \geq \sqrt{\frac{5}{2} gl}$.

При минимальной начальной скорости $V_0 = \sqrt{\frac{5}{2}gl}$ груз достигает верхней точки K . Однако, натяжение нити в точке K обращается в нуль: $N_K = 0$ и нить в этом месте перестаёт быть натянутой. Груз продолжает движение, но уже в виде свободного падения с начальной скоростью $V_K = \sqrt{\frac{1}{2}gl}$.

Определим, на какую высоту поднимется груз из положения A с минимальной начальной скоростью $V_0 = \sqrt{\frac{5}{2}gl}$, если нить движется беспрепятственно (см. рис. 4.25, b). Построим в точке E оси естественной системы координат $nE\tau$ аналогично тому, как это было сделано в точке K . Уравнение движения груза в проекции на ось En имеет вид: $m\frac{V_E^2}{l} = P\sin\alpha + N_E$, где V_E – скорость груза в точке E ; N_E – проекция реакции нити на нормальную ось.

Для определения скорости груза в точке E составим уравнение теоремы об изменении кинетической энергии точки при движении груза из начального положения A в положение E . Получим: $\frac{mV_E^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} = -Ph_{(AE)}$, где $h_{(AE)}$ – перепад высот точек A и E ; $h_{(AE)} = \frac{l}{2} + l\sin\alpha$ (см. рис. 4.25, b). Решая полученное уравнение относительно скорости V_E при заданной начальной скорости $V_0 = \sqrt{\frac{5}{2}gl}$, найдём: $mV_E^2 = \frac{3}{2}mgl - 2mgl\sin\alpha$. С другой стороны, из уравнения движения груза (учитывая, что в точке E натяжение нити равно нулю: $N_E = 0$) получим: $mV_E^2 = Pl\sin\alpha$. Приравнявая выражения, получим $\sin\alpha = \frac{1}{2}$. Высота подъёма относительно горизонтального радиуса составляет $\frac{1}{2}l$.

Для определения скачка натяжения нити при переходе груза в точке B с окружности радиуса l на окружность радиуса $\frac{1}{2}l$, т. е. в момент, когда нить начинает навиваться на проволоку, напишем проекции уравнения движения груза на нормальную ось в точке B . Получим для малой окружности $\frac{2mV_B^2}{l} = N_B$ и для большой $\frac{mV_B^2}{l} = N'_B$, где N_B и N'_B – проекции реакции нити в точке B при движении груза по окружности радиусов $\frac{1}{2}l$ и l . Из уравнений видно, что переход груза с большой окружности на малую вызывает двукратное увеличение натяжения нити: $N'_B = \frac{3}{2}mg$, $N_B = 3mg$.

Задача 53. Шарик массой $m = 0,5$ кг движется в вертикальной плоскости из положения A внутри трубки, которая состоит из полуокружности AB радиуса $R = 0,6$ м и прямолинейного участка BD , сопряжённого в точке B с окружностью (рис. 4.26). Диаметр полуокружности AB составляет с горизонталью угол 60° . Начальная скорость шарика $V_0 = 5$ м/с. В конце кругового участка в точке B шарик упирается в недеформированную пружину жесткостью $c = 100$ Н/м. Найти величину S максимального сжатия пружины.

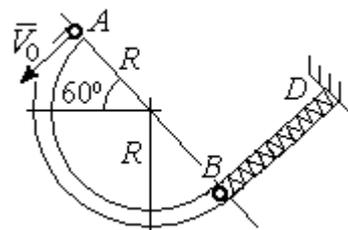


Рис. 4.26. Схема движения шарика

Решение

Найдём скорость шарика в точке B . Для этого составим уравнение теоремы об изменении кинетической энергии точки при движении шарика из начального положения A в положение B . Получим:

$$\frac{mV_B^2}{2} - \frac{mV_A^2}{2} = A(P) = Ph_{(AB)}, \quad \text{где } h_{(AB)} - \text{ перепад высот точек } A \text{ и } B,$$

$$h_{(AB)} = 2R \sin 60^\circ = 1,04 \text{ м (рис. 4.27).}$$

Решая уравнение, найдём скорость шарика в точке B :

$$V_B = \sqrt{V_A^2 + 2gh_{(AB)}} = 6,74 \text{ м/с.}$$

Для того, чтобы найти величину максимального сжатия пружины, рассмотрим движение шарика на прямолинейном отрезке трубки BD . На этом отрезке работу совершают сила тяжести шарика и сила упругости пружины, приложенные к шарiku (см. рис. 4.27).

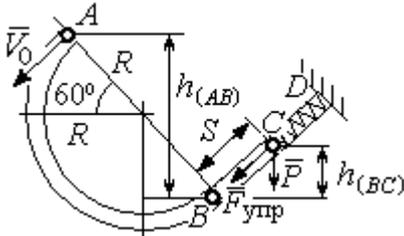


Рис. 4.27. Расчетная схема движения шарика

Обозначим S – максимальное сжатие пружины, равное BC . На основании теоремы об изменении кинетической энергии точки, применённой к движению шарика на отрезке BC , имеем уравнение

$$\frac{mV_C^2}{2} - \frac{mV_B^2}{2} = A(P) + A(F_{\text{упр}}) = -Ph_{(BC)} - \frac{cS^2}{2},$$

где $h_{(BC)}$ – перепад высот точек B и C ; $h_{(BC)} = S \sin 30^\circ = 0,5S$ (см. рис. 4.27).

В точке C максимального сжатия пружины скорость шарика обращается в нуль: $V_C = 0$. Подставляя это условие, с учётом $V_B = 6,74 \text{ м/с}$, получим уравнение для определения величины максимального сжатия пружины: $S^2 + 0,05S - 0,23 = 0$.

Выбирая положительный корень уравнения, находим: $S = 0,45 \text{ м}$.

Упражнения

Упражнение 4.5. Лётчик в самолёте пикирует из точки A по прямой, составляющей с горизонтом угол φ , с начальной скоростью V_0 . Пройдя расстояние $AB = l$, самолёт продолжает движение по дуге окружности радиуса R , сопряженной с прямой AB в точке B (рис. 4.28).

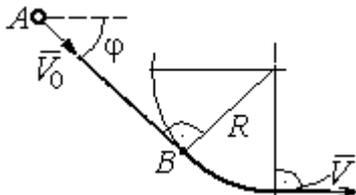


Рис. 4.28. Схема движения самолёта

Каким должен быть радиус окружности, чтобы в точке C – выхода самолёта на горизонтальный полёт – сила давления человека на корпус самолёта не превосходила его тройной вес.

Упражнение 4.6. Пружина жесткостью $C = 100 \text{ Н/м}$, сжатая из недеформированного состояния на расстояние $KA = a = 0,3 \text{ м}$, выталкивает шарик массой $m = 0,5 \text{ кг}$, который отделяется от неё в точке K и продолжает движение в трубке по дуге KCB , окружности радиуса $R = 1 \text{ м}$, затем – по горизонтальному участку BD . Определить давление шарика на трубку в точке C . Какой путь пройдёт шарик до остановки по прямой BD , если здесь на него действует сила трения с коэффициентом $f = 0,4$.

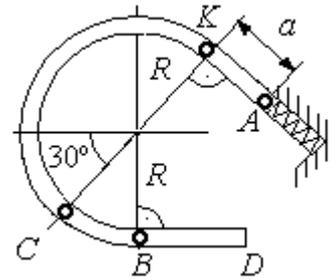


Рис. 4.29. Схема движения шарика в трубке

5. ОБЩИЕ ТЕОРЕМЫ ДИНАМИКИ СИСТЕМЫ

5.1. Теорема о движении центра масс системы

Центром масс системы материальных точек называют точку C , координаты которой x_C, y_C, z_C удовлетворяют равенствам:

$$mx_C = \sum m_k x_k, \quad my_C = \sum m_k y_k, \quad mz_C = \sum m_k z_k,$$

где m – масса системы: $m = \sum m_k$; m_k, x_k, y_k, z_k – массы и координаты материальных точек системы.

Теорема о движении центра масс системы. Центр масс механической системы движется как материальная точка с массой, равной массе системы, и к которой приложены внешние силы, действующие на систему: $m\vec{a}_C = \sum \vec{F}_k^e$, где \vec{a}_C – вектор ускорения центра масс системы; $\sum \vec{F}_k^e$ – сумма всех внешних сил, действующих на систему.

Пример решения задач на применение теоремы о движении центра масс

Задача 54. Груз 1, находящийся на верхнем основании прямоугольной пирамиды $ABCD$, соединен с грузом 2 нерастяжимой нитью, перекинутой через блок C (рис. 5.1). Определить перемещение пирамиды, если груз 2 опустился на высоту 1 м. Масса груза 1 $m_1 = 15$ кг, груза 2 $m_2 = 20$ кг, пирамиды $m = 50$ кг. Трение при движении груза 1 по пирамиде и пирамиды по горизонтальной поверхности не учитывать.

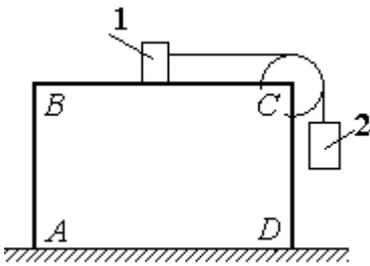


Рис. 5.1. Пирамида с системой подвижных грузов

блок C (рис. 5.1). Определить перемещение пирамиды, если груз 2 опустился на высоту 1 м. Масса груза 1 $m_1 = 15$ кг, груза 2 $m_2 = 20$ кг, пирамиды $m = 50$ кг. Трение при движении груза 1 по пирамиде и пирамиды по горизонтальной поверхности не учитывать.

Решение

Рассматриваем механическую систему, состоящую из двух грузов, соединённых нерастяжимой нитью, блока C и пирамиды $ABCD$.

Внешние силы, приложенные к системе: силы тяжести грузов и пирамиды – $\vec{P}_1, \vec{P}_2, \vec{P}$ и нормальная реакция \vec{N} опоры поверхности, на которой стоит пирамида. Направления векторов внешних сил показаны на рис. 5.2.

Выберем неподвижную систему координат Axy , как показано на рис. 5.2. Все внешние силы, действующие на механическую систему, вертикальны, поэтому дифференциальное уравнение, составленное на основании теоремы о движении центра масс механической системы в проекции на ось Ax , имеет вид:

$$(m + m_1 + m_2)\ddot{x}_C = P_{1x} + P_{2x} + P_x + N_x = 0$$

$$\text{или } \ddot{x}_C = 0,$$

где x_C – координата центра масс системы.

Проинтегрировав его дважды, получим закон движения центра масс системы: $x_C = C_1 t + C_2$, где константы интегрирования C_1 и C_2 находятся из начальных условий. Предположим, в начальный момент движение в механической системе отсутствовало и координата центра масс системы была равна x_{C0} (на рис. 5.2, a не показана), то есть при $t = 0$ $x_C(0) = x_{C0}$ и $\dot{x}_C(0) = 0$. Подставляя начальные

условия, получим: $C_1 = 0$, $C_2 = x_{C0}$. В результате закон движения центра масс системы имеет вид: $x_C = x_{C0}$. Последнее означает, что при любом перемещении тел в системе координата центра масс системы на оси Ax остаётся постоянной, равной своему начальному значению.

Предположим, в начальный момент времени груз 1 находился у левого края призмы, как показано на рис. 5.2, a .

Начальная координата x_{C0} центра масс системы находится из равенства $(m_1 + m_2 + m)x_{C0} = \sum m_k x_k = m_1 \cdot 0 + m_2 l_2 + ml$, где l_2 – расстояние от начала координат до линии действия силы тяжести груза 2 (координата центра масс гру-

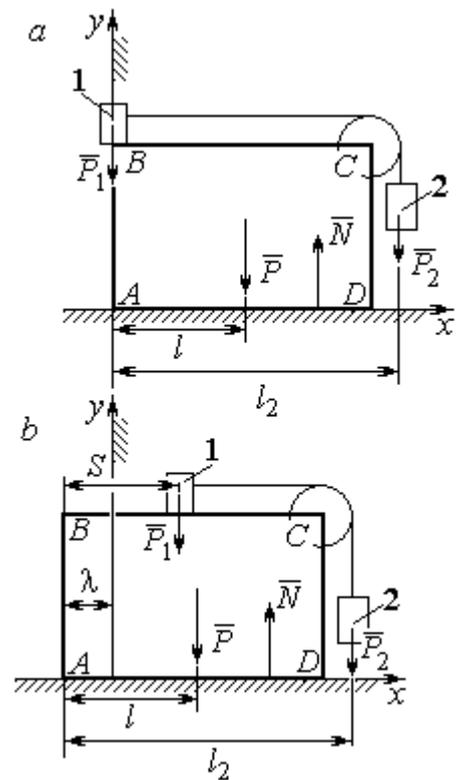


Рис. 5.2. Расчётная схема перемещения пирамиды: a – начальное положение; b – положение пирамиды при перемещении грузов на расстояние S

за 2 на оси Ax); l – аналогичное расстояние до линии действия силы тяжести пирамиды (см. рис. 5.2, *a*). Тогда начальная координата центра масс системы:

$$x_{C0} = \frac{m_2 l_2 + ml}{(m_1 + m_2 + m)}.$$

Положение грузов в системе, после того как груз 1 переместился на расстояние S , и положение призмы показано на рис. 5.2, *b*. На рисунке отмечено, что при перемещении груза 1 вправо на расстояние S призма $ABCD$ сместилась влево на расстояние λ . Координата x_{C1} центра масс для нового положения системы определяется из равенства:

$$(m_1 + m_2 + m)x_{C1} = m_1(S - \lambda) + m_2(l_2 - \lambda) + m(l - \lambda).$$

Выражая отсюда координату x_{C1} и приравнявая её начальному значению координаты центра масс $x_{C0} = x_{C1}$, найдём перемещение пирамиды

$$\lambda = \frac{m_1 S}{(m_1 + m_2 + m)}. \text{ Подставляя данные задачи, получим } \lambda = 0,18 \text{ м.}$$

5.2. Теорема об изменении кинетического момента системы относительно оси

Момент инерции однородного диска радиусом R , массой m относительно оси z , проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости диска:

$J_z = \frac{1}{2} mR^2$. Для неоднородных тел момент инерции относительно оси z вы-

числяется по формуле: $J_z = mi_z^2$, где i_z – радиус инерции тела.

Кинетическим моментом (моментом количества движения) системы относительно неподвижной оси z называется величина, равная сумме моментов количеств движения точек относительно этой оси $\vec{L}_z = \sum M_z(m_k \vec{V}_k)$.

Для твёрдого тела, вращающегося вокруг неподвижной оси z , кинетический момент: $L_z = J_z \omega$, где J_z и ω – момент инерции и угловая скорость

тела. **Теорема об изменении кинетического момента системы относительно оси.** Производная по времени от кинетического момента системы относительно неподвижной оси z равна сумме моментов внешних сил относительно той же

$$\text{оси: } \frac{dL_z}{dt} = \sum M_z(\vec{F}_k^e).$$

Примеры решения задач на применение теоремы об изменении кинетического момента системы

Задача 55. Для подъёма груза используется лебёдка со ступенчатым барабаном и противовесом. Груз 1 массой m_1 поднимается на канате, навитом на барабан 2 массой m_2 радиуса R . Противовес 3 массой m_3 прикреплён к канату, который навит на малую ступень барабана радиуса r (рис. 5.3). Радиус инерции барабана относительно оси вращения i_z . На барабан действует постоянный момент сил сопротивления $M_c = 60 \text{ Н}\cdot\text{м}$. В начале движения к барабану лебёдки прикладывается вращающий момент, пропорциональный времени: $M_{\text{вр}} = 620 + 30t \text{ Н}\cdot\text{м}$, который через 2 с отключается. Определить, на какую высоту поднимется груз, если движение началось из состояния покоя. Массы грузов и барабана: $m_1 = 100 \text{ кг}$, $m_2 = 50 \text{ кг}$, $m_3 = 20 \text{ кг}$. Радиусы ступеней барабана и радиус инерции: $R = 0,6 \text{ м}$; $r = 0,4 \text{ м}$; $i_z = 0,5 \text{ м}$.

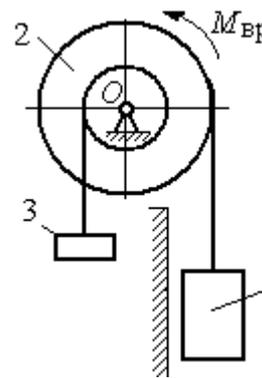


Рис. 5.3. Барабан лебёдки с грузом и противовесом

Решение

Решение следует рассматривать на двух этапах. На первом груз поднимается под действием вращающего момента, на втором – по инерции.

Рассмотрим механическую систему, состоящую из груза 1, барабана 2 и противовеса 3. На систему действуют силы тяжести груза \vec{P}_1 , барабана \vec{P}_2 , противовеса \vec{P}_3 , реакция шарнира \vec{R} , пара сил с моментом, равным моменту вра-

щения $M_{вр}$, и пара сил с моментом сопротивления M_c . Направления векторов

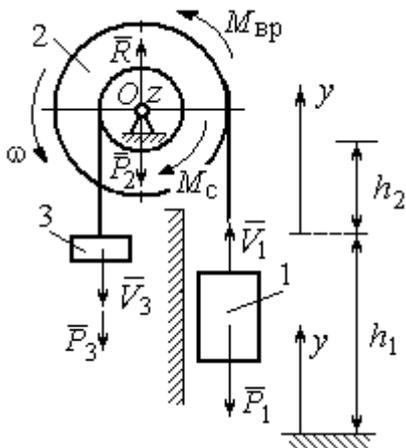


Рис. 5.4. Силы, действующие на систему во время движения

сил и моментов показаны на рис. 5.4. Выберем начало оси y , вдоль которой поднимается груз на первом участке движения, в точке начала движения (см. рис. 5.4).

Воспользуемся теоремой об изменении кинетического момента системы относительно оси z , проходящей через центр O :

$$\frac{dL_z}{dt} = \sum M_z(\vec{F}_k^e).$$

Кинетический момент системы относительно оси z равен сумме кинетических моментов барабана, груза

и противовеса: $L_z = L_z^{бар} + L_z^{гр} + L_z^{пр}$. Кинетический момент барабана, вращающегося

вокруг неподвижной оси z : $L_z^{бар} = J_z \omega$, где J_z – момент инерции барабана

относительно оси z , $J_z = m_2 i_z^2$; ω – угловая скорость барабана. Рассматривая

груз и противовес как материальные точки, найдём их кинетические моменты

относительно оси z : $L_z^{гр} = M_z(m_1 \vec{V}_1) = m_1 V_1 R$; $L_z^{пр} = M_z(m_3 \vec{V}_3) = m_3 V_3 r$.

Суммарный кинетический момент системы:

$$L_z = L_z^{бар} + L_z^{гр} + L_z^{пр} = m_2 i_z^2 \omega + m_1 V_1 R + m_3 V_3 r.$$

Выразим скорости груза 1 и противовеса 3 через угловую скорость барабана: $V_1 = \omega R$, $V_3 = \omega r$ - и подставим их в выражение кинетического момента.

$$\text{Получим } L_z = (m_2 i_z^2 + m_1 R^2 + m_3 r^2) \omega = (m_2 i_z^2 + m_1 R^2 + m_3 r^2) \frac{V_1}{R}.$$

Суммарный момент внешних сил относительно оси z

$$\sum M_z(\vec{F}_k^e) = M_{вр} - M_c - P_1 R + P_3 r.$$

Дифференциальное уравнение движения груза:

$$(m_2 i_z^2 + m_1 R^2 + m_3 r^2) \frac{dV_1}{dt} = (M_{вр} - M_c - P_1 R + P_3 r) R,$$

или с учётом данных задачи $\frac{dV_1}{dt} = 0,58 + 0,35t$.

Дважды интегрируя это уравнение с нулевыми начальными условиями, найдём скорость груза V_1 и проходимый им путь y как функции времени:

$$V_1(t) = 0,58t + 0,175t^2; \quad y(t) = 0,29t^2 + 0,058t^3.$$

Из уравнений движения найдём: при $t = 2$ с (конец первого участка) груз поднялся на высоту $h_1 = y(2) = 1,62$ м и имел скорость $V_1 = V_1(2) = 1,86$ м/с.

На втором участке движения груз продолжает подниматься вверх. Уравнение движения груза здесь аналогично первому участку, за исключением вращающего момента (см. рис. 5.4):

$$(m_2 i_z^2 + m_1 R^2 + m_3 r^2) \frac{dV_1}{dt} = (-M_c - P_1 R + P_3 r) R, \text{ или } \frac{dV_1}{dt} = -6,61.$$

Представим ускорение груза в виде: $\frac{dV_1}{dt} = \frac{dV_1 dy}{dy dt} = V_1 \frac{dV_1}{dy}$. Теперь урав-

нение движения груза на втором участке имеет вид: $V_1 \frac{dV_1}{dy} = -6,61$. Интегрируя

его, получим зависимость скорости груза от пройденного пути

$\frac{V_1^2}{2} = -6,61y + C_3$. Выберем начало второго участка на высоте h_1 . Из началь-

ных условий движения груза: при $t = 0$, $y = 0$, $V_1 = 1,86$ м/с, получим: $C_3 = 1,73$.

Максимальную высоту h_2 , на которую поднялся груз на втором участке, определим из условия, что в этой точке скорость груза обращается в нуль. Имеем $0 = -6,61h_2 + 1,73$, откуда $h_2 = 0,26$ м. Максимальная высота подъёма груза $H = h_1 + h_2 = 1,88$ м.

Задача 56. Тележка C поворотного подъёмного крана (рис. 5.5) движется с постоянной относительно стрелы скоростью $V = 0,5$ м/с. Длина стрелы

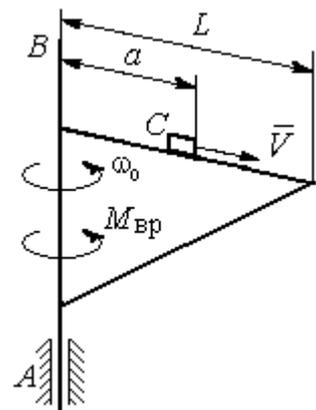


Рис. 5.5. Поворотный кран

$L = 10$ м, масса тележки с грузом $m_1 = 100$ кг, момент инерции крана относительно оси вращения AB без учёта тележки и груза $J = 1800$ кг·м². Двигатель крана создаёт постоянный вращающий момент $M_{вр} = 400$ Н·м. Определить угловую скорость крана в момент, когда тележка достигнет края стрелы, если в начальный момент конструкция вращалась с угловой скоростью $\omega_0 = 2$ рад/с, а тележка находилась на расстоянии $a = 1$ м от оси вращения.

Решение

На систему действуют внешние силы: \vec{P}_1 – сила тяжести тележки с грузом,

\vec{P}_2 – сила тяжести поворотного крана

(на рис. 5.6 показана в условном центре тяжести крана); \vec{R}_x, \vec{R}_y – составляющие реакции

подшипника A и пара сил с моментом,

равным вращающему моменту $M_{вр}$ (см. рис. 5.6). Применим к описанию движения

системы теорему об изменении кинетического момента системы относительно оси

вращения z , направленной вдоль линии AB .

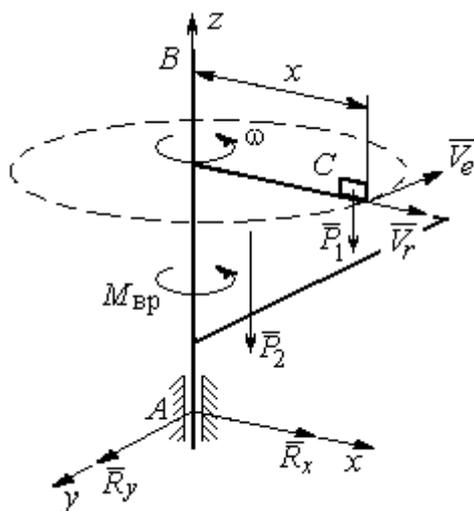


Рис. 5.6. Внешние силы, действующие на кран при его движении

оси вращения крана, а составляющие реакции шарнира A пересекают её, то моменты этих сил относительно оси z равны нулю и теорема об изменении кинетического момента системы принимает вид:

$\frac{dL_z}{dt} = M_{вр}$. Интегрируя это уравнение при постоянном вращающем моменте, получим равенство:

$L_z - L_{z0} = M_{вр}t$, где L_z, L_{z0} – кинетический момент системы в текущий и начальный моменты времени.

Кинетический момент системы L_z равен сумме: $L_z = L_z^{кран} + L_z^{груз}$. Кинетический момент крана как твердого тела, вращающегося вокруг неподвижной

оси: $L_z^{\text{кран}} = J\omega$. Полагая тележку с грузом материальной точкой, определим её кинетический момент $L_z^{\text{груз}}$, как момент вектора количества движения тележки относительно оси z . Тележка с грузом участвует в сложном движении. Вектор абсолютной скорости тележки $\vec{V}_{\text{абс}}$ равен сумме $\vec{V}_{\text{абс}} = \vec{V}_r + \vec{V}_e$, где \vec{V}_r – относительная скорость тележки (перемещение по стреле крана); \vec{V}_e – переносная скорость (движение вместе с краном). Воспользовавшись теоремой Вариньона при вычислении момента количества движения тележки с грузом, получим:

$$L_z^{\text{груз}} = M_z(m_1\vec{V}_{\text{абс}}) = M_z(m_1\vec{V}_e + m_1\vec{V}_r) = M_z(m_1\vec{V}_e) = m_1V_e x = m_1\omega x^2.$$

В результате суммарный кинетический момент системы в текущий момент времени $L_z = L_z^{\text{кран}} + L_z^{\text{груз}} = (J + m_1x^2)\omega$. Тогда начальный кинетический момент систем: $L_{z0} = (J + m_1a^2)\omega_0$.

Подставляя выражения начального и текущего кинетического моментов в уравнение движения, получим: $(J + m_1x^2)\omega - (J + m_1a^2)\omega_0 = M_{\text{вр}}t$, откуда закон изменения угловой скорости крана $\omega = \frac{M_{\text{вр}}t + (J + m_1a^2)\omega_0}{(J + m_1x^2)}$. Момент времени t_k , когда тележка достигнет края стрелы ($x = L$), найдём из условия движения тележки по стреле с постоянной скоростью: $Vt_k = L - a$. С учётом данных задачи угловая скорость крана в этот момент $\omega(t_k) = 0,93$ рад/с.

5.3. Теорема об изменении кинетической энергии системы

Кинетическая энергия тела при поступательном движении

$T = \frac{1}{2}mV_C^2$, где m – масса тела; V_C – скорость центра масс тела; **при враща-**

тельном движении вокруг неподвижной оси z : $T = \frac{1}{2}J_z\omega^2$, где J_z – момент

инерции тела относительно оси z ; ω – угловая скорость тела; **при плоскопа-**

раллельном движении: $T = \frac{1}{2}mV_C^2 + \frac{1}{2}J_{zC}\omega^2$, где m – масса тела; V_C , ω – скорость центра масс и угловая скорость тела; J_{zC} – момент инерции тела относительно оси z , проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости движения.

Работа постоянной силы F при прямолинейном перемещении точки приложения силы $A = FS\cos\alpha$, где S – перемещение точки; α – постоянный угол между перемещением и направлением силы. **Работа пары сил с постоянным моментом M** при повороте тела на конечный угол φ вычисляется по формуле: $A = \pm M\varphi$, где φ – угол поворота тела. Работа считается положительной, если пара сил стремится повернуть тело в направлении его вращения, и отрицательной – в противном случае.

Мощностью силы F называют величину, равную скалярному произведению силы на скорость точки её приложения: $N = \vec{F} \cdot \vec{V}$, где V – скорость точки приложения силы. При плоском движении тела мощность силы равна сумме скалярных произведений: $N = \vec{F} \cdot \vec{V}_O + \vec{M}_O \cdot \vec{\omega}$, где V_O – скорость точки, выбранной полюсом; ω – угловая скорость тела; $\vec{M}_O = M_O(\vec{F})$ – момент силы относительно полюса. Если в качестве полюса выбрать точку K – мгновенный центр скоростей, то мощность силы $N(\vec{F}) = \vec{M}_K(\vec{F}) \cdot \vec{\omega}$, где $M_K(\vec{F})$ – момент силы относительно мгновенного центра скоростей.

Теорема об изменении кинетической энергии системы в дифференциальной форме. Производная по времени от кинетической энергии системы равна сумме мощностей внешних и внутренних сил $\frac{dT}{dt} = \sum N(\vec{F}_k^e) + \sum N(\vec{F}_k^i)$.

Теорема об изменении кинетической энергии системы на конечном перемещении. Изменение кинетической энергии системы при перемещении её

из начального состояния в текущее равно сумме работ внешних и внутренних сил, действующих на систему: $T - T_0 = \sum A(\vec{F}_k^e) + \sum A(\vec{F}_k^i)$.

Механические системы, состоящие из абсолютно твердых тел, соединенных гибкими нерастяжимыми нитями, называются **неизменяемыми**. В неизменяемых системах сумма работ и сумма мощностей внутренних сил равны нулю: $\sum A(\vec{F}_k^i) = 0$.

Примеры решения задач на применение теоремы об изменении кинетической энергии системы

Задача 57. Планетарный механизм, позволяющий получать повышенные передаточные отношения угловых скоростей, состоит из трех одинаковых колёс, соединённых кривошипом OA (рис. 5.7). Колесо 1 неподвижно, кривошип OA вращается с угловой скоростью ω_{OA} и приводит в движение колёса 2 и 3. Полагая массы колёс и их радиусы одинаковыми, равными m и r , и пренебрегая массой кривошипа, найти кинетическую энергию механизма.

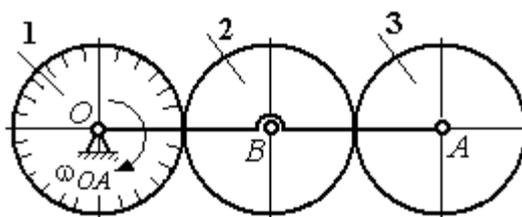


Рис. 5.7. Планетарный механизм

Решение

Кинетическая энергия механизма T равна сумме энергий колёс 2 и 3:

$T = T_2 + T_3$. Энергия колеса 1 равна нулю потому, что оно неподвижно, а энергия кривошипа равна нулю, так как массой кривошипа пренебрегаем. При движении механизма колесо 2, увлекаемое кривошипом, катится по неподвижной поверхности первого колеса. Энергия колеса 2:

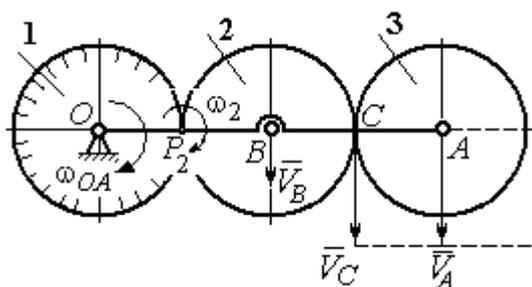


Рис. 5.8. Расчётная схема вычисления энергии механизма

$T_2 = \frac{mV_B^2}{2} + \frac{J_{2B}\omega_2^2}{2}$, где V_B – скорость центра масс колеса 2, J_{2B} – момент инерции колеса 2 относительно оси, проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости колеса, $J_{2B} = \frac{mr^2}{2}$.

Выразим кинетическую энергию колеса 2 через угловую скорость ω_{OA} кривошипа OA .

Скорость точки B , лежащей на кривошипе OA : $V_B = \omega_{OA} \cdot OB = \omega_{OA} 2r$.

Так как точка P_2 касания колёс 1 и 2 является мгновенным центром скоростей колеса 2 (рис. 5.8), угловая скорость колеса 2 $\omega_2 = \frac{V_B}{BP_2}$. В результате получим: $\omega_2 = 2\omega_{OA}$. Подставив зависимости V_B и ω_2 в выражение кинетической энергии колеса 2, найдём:

$$T_2 = \frac{m(\omega_{OA} 2r)^2}{2} + \frac{mr^2}{2} \cdot \frac{(2\omega_{OA})^2}{2} = 3m\omega_{OA}^2 r^2.$$

Вычислим кинетическую энергию колеса 3. Найдём скорость точки C , считая, что она принадлежит колесу 2: $V_C = \omega_2 \cdot P_2C = 4\omega_{OA}r$. Скорость точки A – центра колеса 3 определим, полагая, что точка A лежит и на кривошипе: $V_A = \omega_{OA} \cdot OA = 4\omega_{OA}r$. Скорости двух точек A и C колеса 3 равны и параллельны, причём линия AC перпендикулярна векторам скоростей \vec{V}_A и \vec{V}_C (см. рис. 5.8). В этом случае мгновенный центр скоростей отсутствует и колесо 3 совершает мгновенно-поступательное движение. Энергия поступательного

движения колеса 3: $T_3 = \frac{mV_A^2}{2} = \frac{m(4\omega_{OA}r)^2}{2} = 8m\omega_{OA}^2 r^2$.

Окончательно, энергия механизма: $T = T_2 + T_3 = 11m\omega_{OA}^2 r^2$.

Задача 58. Горизонтальный желоб DE опирается на блок 1 и на каток 3 одинакового радиуса r (рис. 5.9). Блок 1 весом P_1 вращается вокруг неподвиж-

ной оси O_1 . Каток 3 катится по горизонтальному рельсу без проскальзывания. На одной оси с катком 3 жестко связано колесо 2 радиуса R . Их общий вес равен Q , а общий радиус инерции относительно оси z , проходящей через центр масс C перпендикулярно плоскости катка, равен i_z . Система движется в вертикальной плоскости под действием сил тяжести, силы \vec{F} и пары сил с моментом M . Массой желоба пренебрегаем. Скольжение между желобом и блоком 1, а также катком 3 отсутствует. Определить ускорение центра масс колеса 2 и катка 3 и угловое ускорение блока 1, если: $P_1 = 40$ Н, $Q = 60$ Н, $F = 50$ Н, $M = 45$ Н·м, $R = 0,8$ м, $r = 0,6$ м, $i_z = 0,4$ м.

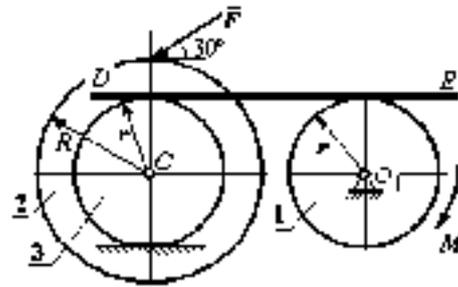


Рис. 5.9. Схема движения механической системы

Решение

Для решения задачи воспользуемся теоремой об изменении кинетической энергии для неизменяемых механических систем: $\frac{dT}{dt} = \sum N(\vec{F}_k^e)$, где T – энергия системы в её текущем положении; $\sum N(\vec{F}_k^e)$ – суммарная мощность внешних сил.

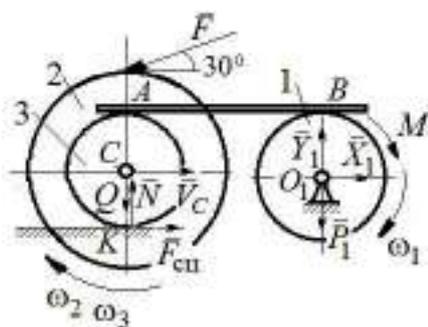


Рис. 5.10. Расчетная схема для исследования движения системы

них сил.

Предположим, во время движения системы блок 1 вращается по ходу часовой стрелки.

Угловые скорости ω_1 , ω_2 блока 1, катка 3 и скорость \vec{V}_C центра масс катка 3 показаны на рис. 5.10. Угловая скорость колеса 2 и катка 3 равны: $\omega_3 = \omega_2$.

Кинетическая энергия вращательного движения блока 1 $T_1 = \frac{1}{2} J_{zO_1} \omega_1^2$,

где J_{zO_1} – осевой момент инерции блока, $J_{zO_1} = \frac{m_1 r^2}{2}$.

Фигура, состоящая из катка 3 и колеса 2, движется плоскопараллельно.

Кинетическая энергия фигуры определяется по формуле:

$T_2 = \frac{1}{2} m V_C^2 + \frac{1}{2} J_{zC} \omega_2^2$, где m – общая масса катка и колеса, $m = \frac{Q}{g}$, J_{zC} – мо-

мент инерции фигуры относительно оси z , проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости диска, $J_{zC} = m i_z^2$,

У катка 3 мгновенный центр скоростей находится в точке касания его с неподвижной поверхностью (точка K на рис. 5.10). Тогда $\omega_3 = \frac{V_C}{r}$. Скорость

точки A катка $V_A = \omega_3 2r = 2V_C$. Приравнивая скорость точки A на катке 2 к

скорости точки B на блоке 1, получим $\omega_1 = \frac{2V_C}{r}$.

Найдём кинетическую энергию системы, выраженную через скорость центра масс катка 3:

$$T = T_1 + T_2 = \frac{P_1}{g} V_C^2 + \frac{Q}{2g} \left(1 + \frac{i_z^2}{r^2} \right) V_C^2 = \frac{V_C^2}{2g} \left[2P_1 + Q \left(1 + \frac{i_z^2}{r^2} \right) \right].$$

Найдём сумму мощностей внешних сил.

На блок 1 действуют: сила тяжести \vec{P}_1 , пара сил с моментом M и реакция шарнира O_1 , разложенная на составляющие \vec{X}_1 , \vec{Y}_1 (рис. 5.10). Мощности силы

тяжести \vec{P}_1 и сил реакции \vec{X}_1 , \vec{Y}_1 подшипника O_1 равны нулю, так как нет перемещения точек приложения этих сил. Момент M направлен в сторону враще-

ния блока 1, его мощность $N(M) = M \omega_1 = M \frac{2V_C}{r}$.

На каток 3 (вместе с жестко связанным с ним колесом 2) действуют: сила \vec{F} , сила тяжести \vec{Q} катка и колеса, нормальная реакция опоры \vec{N} и сила сцепления $\vec{F}_{\text{сц}}$ катка 3 с поверхностью.

Мощности сил \vec{N} и $\vec{F}_{\text{сц}}$ равны нулю, так как точкой приложения этих сил является мгновенный центр скоростей катка 3, скорость которого равна нулю. Мощность силы тяжести \vec{Q} равна нулю, так как угол между вектором силы и вектором скорости точки C равен 90° .

Для определения мощности силы \vec{F} , приложенной к колесу, выберем в качестве полюса точку K – мгновенный центр скоростей диска 2. С учётом того, что скорость $V_K = 0$, получим:

$$\begin{aligned} N(\vec{F}) &= \vec{F} \cdot \vec{V}_K + \vec{M}_K(\vec{F}) \cdot \vec{\omega}_2 = \vec{M}_K(\vec{F}) \vec{\omega}_2 = \\ &= -F(r+R)\omega_2 \cos 30^\circ = -FV_C \left(1 + \frac{R}{r}\right) \cos 30^\circ. \end{aligned}$$

Поскольку вращение, создаваемое моментом силы \vec{F} относительно центра K , противоположно выбранному направлению угловой скорости катка, мощность силы \vec{F} отрицательная.

Суммарная мощность внешних сил:

$$\sum N(F^e) = -FV_C \left(1 + \frac{R}{r}\right) \cos 30^\circ + M \frac{2V_C}{r}.$$

Составляем уравнение теоремы об изменении кинетической энергии системы. Находим производную по времени от кинетической энергии системы

$\frac{dT}{dt} = \frac{V_C}{g} a_C \left[2P_1 + Q \left(1 + \frac{i_z^2}{r^2} \right) \right]$ и приравниваем суммарной мощности внешних

сил. Получим:

$$\frac{1}{g} a_C \left[2P_1 + Q \left(1 + \frac{i_z^2}{r^2} \right) \right] = -F \left(1 + \frac{R}{r} \right) \cos 30^\circ + \frac{2M}{r},$$

откуда с учётом исходных данных задачи ускорение центра масс диска 2 $a_C = 2,88 \text{ м/с}^2$. Для определения углового ускорения блока 1 продифференцируем по времени равенство $\omega_1 = \frac{2V_C}{r}$. Получим: $\varepsilon_1 = \frac{2a_C}{r} = 9,6 \text{ рад/с}^2$.

Задача 59. Каток радиуса r , весом P закатывают вверх по наклонной

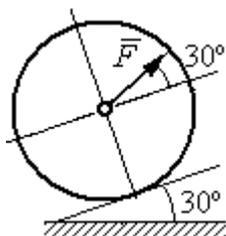


Рис. 5.11. Движение катка на наклонной плоскости

плоскости приложив в центре катка силу \vec{F} под углом 30° к наклонной плоскости (рис. 5.11). Сама плоскость наклонена под углом 30° к горизонту. Величина силы $F = 2P$. В начальном положении центр катка имел скорость V_0 .

На какое расстояние S переместился центр катка,

если в конце перемещения его скорость удвоилась.

Решение

Применим теорему об изменении кинетической энергии на конечном перемещении системы: $T - T_0 = \sum A(F_k)$. На каток действует сила тяжести \vec{P} , сила \vec{F} , нормальная реакция опоры \vec{N} и сила $\vec{F}_{\text{сц}}$ сцепления диска с наклонной плоскостью (рис. 5.12). При перемещении центра катка на расстояние S вдоль наклонной плоскости работу совершают только сила \vec{F} : $A(\vec{F}) = F \cos 30^\circ S$ и сила тяжести:

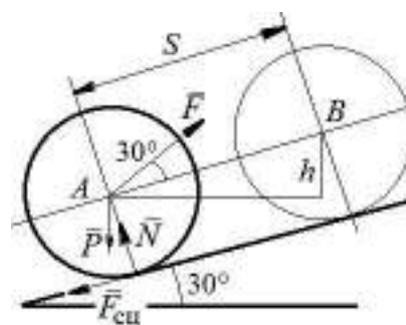


Рис. 5.12. Расчётная схема движения катка

$A(\vec{P}) = -Ph$, где h – перепад высот при перемещении центра масс катка. Работа реакции опоры и силы сцепления равна нулю.

Кинетическая энергия катка $T = \frac{1}{2} m V_A^2 + \frac{1}{2} J_{zA} \omega^2$, где J_{zA} – момент инерции фигуры относительно оси z , проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости диска, $J_{zA} = \frac{mr^2}{2}$. Выражая угловую скорость катка через

скорость центра масс $\omega = \frac{V_A}{r}$, с учётом выражения момента инерции катка, по-

лучим энергию катка в виде: $T = \frac{3}{4}mV_A^2$.

Составим уравнение теоремы об изменении кинетической энергии при перемещении центра катка на расстояние S : $\frac{3}{4}mV_B^2 - \frac{3}{4}mV_A^2 = F\cos 30^\circ S - Ph$,

где $V_A = V_0$, $V_B = 2V_0$, $F = 2P$, $h = S\sin 30^\circ$.

Найдём искомое перемещение: $S = \frac{9V_0^2}{4g(2\cos 30^\circ - \sin 30^\circ)}$.

Упражнения

Упражнение 5.1. Крановая тележка массы m_1 может перемещаться по горизонтальной балке без трения (рис. 5.13). В центре масс тележки закреплён трос длиной l , на другом конце которого привязан груз массы m_2 . Трос может совершать колебательные движения в вертикальной плоскости. В начальный момент трос был в вертикальном положении. Определить горизонтальное перемещение тележки в зависимости от угла наклона троса. Весом троса пренебречь.

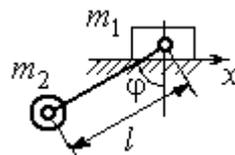


Рис. 5.13. Движение крановой тележки

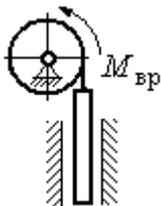


Рис. 5.14. Схема механизма лебёдки

Упражнение 5.2. К барабану лебёдки, поднимающей штангу, приложен вращающий момент, пропорциональный времени $M_{вр} = kt$ (рис. 5.14). Штанга массы m_1 поднимается посредством каната, навитого на барабан массы m_2 и радиуса r . В начальный момент система находилась в покое. Определить угловую скорость барабана, считая его однородным диском.

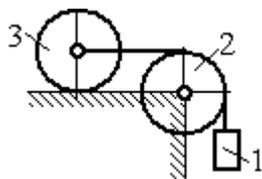


Рис. 5.15. Схема движения системы приложен момент M .

Упражнение 5.3. Груз 1 массы m_1 подвешен на нерастяжимом тросе, другой конец которого переброшен через блок 2 и закреплён в центре масс катка 3 (рис. 5.15). Каток 3 катится по горизонтальной поверхности без проскальзывания. Блок 2 и каток 3 – однородные диски массы m_2 и m_3 , радиуса r . В начальный момент система находилась в покое. Определить скорость груза, когда он опустится на высоту h , если к катку 3 приложен момент M .

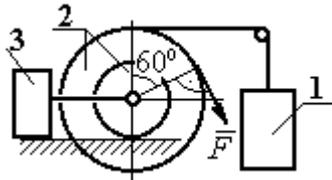


Рис. 5.16. Схема механизма катка

Упражнение 5.4. Механическая система включает два груза 1 и 3 одинакового веса P и каток 2 весом $2P$, радиусом $R = 2r$ с цилиндрическим выступом радиусом r (рис. 5.16). Каток катится выступом по неподвижной поверхности без проскальзывания. К катку по касательной к окружности приложена сила $F = 2P$. Найти ускорение центра масс катка, если его радиус инерции относительно оси, проходящей через центр масс перпендикулярно

плоскости движения: $i_{zC} = r\sqrt{2}$.

5.4. Применение общих теорем динамики системы к описанию движений твёрдого тела

Поступательное движение твёрдого тела описывается дифференциальными уравнениями: $m\ddot{x} = \sum F_{kx}^e$, $m\ddot{y} = \sum F_{ky}^e$, $m\ddot{z} = \sum F_{kz}^e$ - или в алгебраической форме $ma_{Cx} = \sum F_{kx}^e$, $ma_{Cy} = \sum F_{ky}^e$, $ma_{Cz} = \sum F_{kz}^e$, где m – масса тела; $\ddot{x} = a_{Cx}$, $\ddot{y} = a_{Cy}$, $\ddot{z} = a_{Cz}$ – проекции ускорения центра масс тела на координатные оси; F_{kx}^e , F_{ky}^e , F_{kz}^e – проекции внешних сил.

Вращательное движение твёрдого тела относительно неподвижной оси z описывается дифференциальным уравнением: $J_z \frac{d\omega}{dt} = \sum M_z(\vec{F}_k^e)$ или алгебраическим уравнением: $J_z \varepsilon = \sum M_z(\vec{F}_k^e)$, где ω , ε – угловая скорость и угловое ускорение тела; $\sum M_z(\vec{F}_k^e)$ – сумма моментов внешних сил относительно оси z ; J_z – момент инерции тела относительно оси z .

Плоскопараллельное движение твёрдого тела описывается уравнениями движения центра масс и вращательного движения тела относительно оси, проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости движения.

В проекции на координатные оси уравнения плоскопараллельного движения тела имеют вид:

$$ma_{Cx} = \sum F_{kx}^e; ma_{Cy} = \sum F_{ky}^e; J_{zC}\varepsilon = \sum M_{zC}(\vec{F}_k^e),$$

где a_{Cx} , a_{Cy} – проекции ускорения центра масс тела; F_{kx}^e , F_{ky}^e – проекции на оси координат внешних сил, действующих на тело; J_{zC} – момент инерции тела относительно оси z , проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости движения; ε – угловое ускорение тела; $M_{zC}(\vec{F}_k^e)$ – моменты внешних сил относительно оси, проходящей через центр масс.

Проводя динамический расчет механической системы, следует рассматривать движение каждого тела системы в отдельности, предварительно освободив его от связей и заменив их действие реакциями.

Примеры решения задач на составление уравнений движения твердых тел

Задача 59. Лебёдка поднимает груз 1 массы $m_1 = 50$ кг посредством троса, переброшенного через блок 3 и навитого на барабан 2 массы $m_2 = 20$ кг, радиуса $r = 0,8$ м (рис. 5.17). К барабану приложен постоянный вращающий момент $M_{вр} = 480$ Н·м. Определить ускорение груза, натяжение троса и реакцию шарнира барабана 2. Весом троса и массой блока 3 пренебречь, барабан считать сплошным цилиндром.

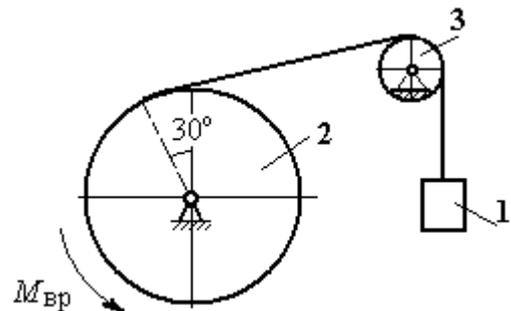


Рис. 5.17. Механизм лебёдки

Решение

Составим уравнение движения груза 1. Для этого освобождаем груз от связей, заменив действие троса реакцией. На груз действует сила тяжести \vec{P}_1 и реакция троса \vec{H}_1 (рис. 5.18). Выберем ось x по направлению движения груза. Уравнение движения груза в проекции на ось x : $m_1 a_1 = H_1 - P_1$.

Рассмотрим движение барабана 2. Освободим барабан от связей и заменим их действие реакциями.

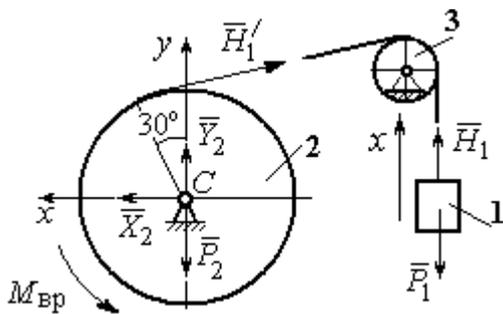


Рис. 5.18. Внешние силы и реакции, действующие на груз и барабан при движении системы

На барабан действует сила тяжести \vec{P}_2 , пара сил с моментом вращения $M_{вр}$, реакция троса \vec{H}_1' и реакция шарнира (на рис. 5.18 разложена на составляющие \vec{X}_2 , \vec{Y}_2). Так как массой блока 3 пренебрегаем, то модули сил \vec{H}_1 и \vec{H}_1' равны. Направления действия сил и момента показаны на рис. 5.18.

Уравнение вращательного движения барабана относительно оси z :

$$J_z \varepsilon_2 = \sum M_z(F_k) = M_{вр} - H_1' r, \text{ где момент инерции барабана } J_z = \frac{m_2 r^2}{2}.$$

Продифференцируем по времени равенство $V_1 = \omega_2 r$ и выразим угловое ускорение барабана через ускорение груза 1. Получим $\varepsilon_2 = \frac{a_1}{r}$. Подставляя выражение углового ускорения в уравнение вращательного движения барабана с учётом равенства модулей сил \vec{H}_1 и \vec{H}_1' , напишем уравнения движения барабана и груза в виде системы уравнений:

$$m_1 a_1 = H_1 - P_1, \quad m_2 a_1 = \frac{2M_{вр}}{r} - 2H_1,$$

откуда находим $a_1 = 1,82 \text{ м/с}^2$, $H_1 = 581,8 \text{ Н}$. Натяжение троса численно равно реакции.

Для определения реакции шарнира составим (формально) уравнение движения центра масс блока 2 в проекциях на оси x , y (см. рис. 5.18):

$$m_2 a_{Cx} = X_2 - H_1' \cos 30^\circ = 0, \quad m_2 a_{Cy} = Y_2 + H_1' \cos 60^\circ - P_2 = 0.$$

Отсюда $X_2 = 503,84 \text{ Н}$, $Y_2 = -94,7 \text{ Н}$, $R_2 = \sqrt{X_2^2 + Y_2^2} = 512,66 \text{ Н}$.

Задача 60. Барабан весом G , радиусом R имеет цилиндрический выступ радиусом r (рис. 5.19). Барабан скатывается по наклонной плоскости с углом наклона 30° , опираясь на неё поверхностью выступа. К барабану приложены постоянные силы \vec{F}_1 и \vec{F}_2 . Сила \vec{F}_1 направлена по касательной к поверхности барабана. Сила \vec{F}_2 действует под углом 30° к диаметру барабана, перпендикулярному наклонной плоскости. В начальный момент времени барабан приведён в равновесие парой сил с моментом M .

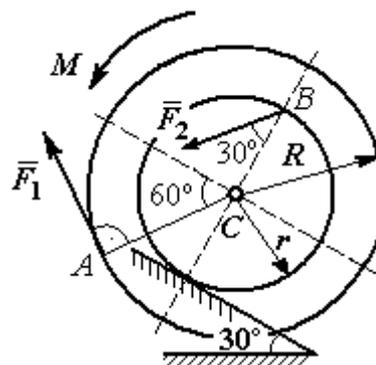


Рис. 5.19. Схема движения барабана по наклонной плоскости

Определить угловое ускорение барабана и закон движения центра масс, если в положении равновесия величину уравнивающего момента увеличить в 1,2 раза. Исходные данные для решения задачи: $R = 0,6 \text{ м}$, $r = 0,2 \text{ м}$, $G = 100 \text{ Н}$, $F_1 = 60 \text{ Н}$, $F_2 = 25 \text{ Н}$, радиус инерции барабана $i_z = 0,4 \text{ м}$.

Решение

На барабан действуют силы \vec{F}_1 , \vec{F}_2 , сила тяжести \vec{G} , пара сил с неизвестным моментом M , нормальная реакция опоры \vec{N} и сила $\vec{F}_{\text{сц}}$ сцепления барабана с поверхностью.

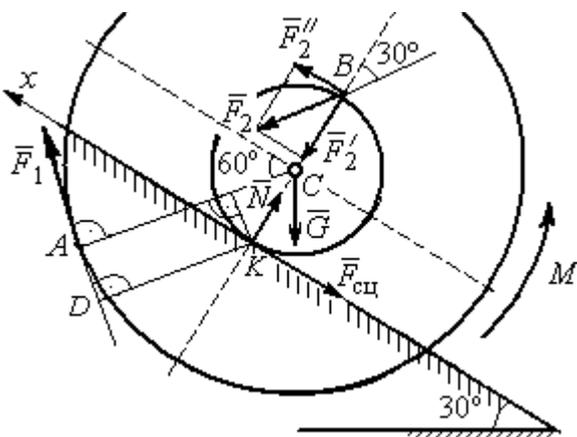


Рис. 5.20. Силы, действующие на барабан, во время движения

Сила сцепления приложена в точке K касания выступа барабана с наклонной плоскостью и направлена вдоль неё (рис. 5.20).

Для определения момента M , приводящего барабан в равновесие, запишем уравнение равно-

весия в виде равенства нулю моментов сил $\sum M_K(\vec{F}_k^e) = 0$ относительно точки K . Точка K выбрана с той целью, что в уравнение не будет входить момент неизвестной силы сцепления.

На рис. 5.20 показано разложение силы \vec{F}_2 : $\vec{F}_2 = \vec{F}_2' + \vec{F}_2''$. Значения составляющих определяются как проекции: $F_2' = F_2 \cos 30^\circ$, $F_2'' = F_2 \sin 30^\circ$.

Применяя теорему Вариньона, вычислим момент силы \vec{F}_2 относительно точки K : $M_K(\vec{F}_2) = M_K(\vec{F}_2') + M_K(\vec{F}_2'') = F_2 \sin 30^\circ \cdot 2r$.

Момент силы \vec{F}_1 относительно точки K :

$$M_K(\vec{F}_1) = -F_1 \cdot KD = -F_1(R - r \cos 30^\circ).$$

В результате уравнение моментов сил при равновесии барабана принимает вид

$$\sum M_K(\vec{F}_k^e) = -F_1(R - r \cos 30^\circ) + F_2 \sin 30^\circ \cdot 2r - Gr \sin 30^\circ + M = 0.$$

Подставляя сюда исходные данные задачи, находим величину удерживающего момента $M = 30,61$ Н·м. Направление момента показано дуговой стрелкой на рис. 5.20.

Увеличим значение момента M , удерживающего барабан в равновесии, в 1,2 раза: $M_1 = 1,2M$. Возникшее после этого качение барабана вверх по наклонной плоскости представляет собой плоскопараллельное движение, которое описывается с применением теорем о движении центра масс и об изменении кинетического момента.

Уравнение движения центра масс барабана в проекции на ось x , направленную вверх по наклонной плоскости, имеет вид:

$$m\ddot{x}_C = F_1 \cos 30^\circ + F_2 \cos 60^\circ - G \cos 60^\circ - F_{\text{сц}},$$

где x_C – координата центра масс барабана.

Применив теорему об изменении кинетического момента барабана относительно оси z , проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости

движения и считая моменты сил положительными, если они создают вращение в сторону движущегося вверх барабана, выразим уравнение вращательного движения барабана вокруг оси z в виде:

$$J_{zC}\ddot{\varphi} = -F_1R + F_2r\cos 60^\circ + F_{\text{сц}}r + M_1,$$

где φ – угол поворота барабана; J_{zC} – момент инерции барабана, $J_{zC} = mi_z^2$;

i_z – радиус инерции. С учётом соотношения $\ddot{\varphi} = \frac{\ddot{x}_C}{r}$ получим уравнение:

$$m\ddot{x}_C \left(1 + \frac{i_z^2}{r^2} \right) = -F_1 \left(\frac{R}{r} - \cos 30^\circ \right) + 2F_2 \cos 60^\circ - G \cos 60^\circ + \frac{M_1}{r}.$$

После подстановки данных задачи находим дифференциальное уравнение движения центра масс: $\ddot{x}_C = 0,6$. Дважды интегрируя его с нулевыми начальными условиями (так как движение началось из состояния покоя), находим закон движения центра масс: $x_C = 0,3t^2$ м. Из уравнения следует, что барабан движется в сторону положительного направления оси x .

Угловое ускорение барабана $\varepsilon = \ddot{\varphi} = \frac{\ddot{x}_C}{r} = 3$ рад/с².

Задача 61. Механизм

(рис. 5.21) включает в себя груз 1, каток 2 и ступенчатый барабан 3, соединённых нерастяжимыми нитями. Движение механизма происходит из состояния покоя в вертикальной плоскости под действием сил тяжести \vec{P}_1 , \vec{P}_2 , \vec{P}_3 , силы

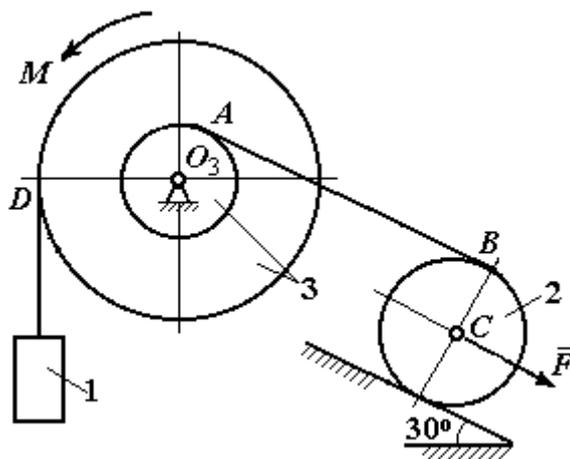


Рис. 5.21. Конструкция механической системы

\vec{F} , приложенной в центре масс катка 2, и пары сил с моментом M , приложенной к барабану 3. Качение катка 2 по наклонной плоскости с углом наклона к горизонту 30° происходит без проскальзывания.

Каток 2 считать однородным диском радиуса R_2 . Радиусы ступеней барабана 3: R_3, r_3 , радиус инерции барабана i_3 .

Найти ускорение груза 1, силы натяжения нитей и динамическую реакцию шарнира барабана 3, если $P_1 = P_2 = 2P$; $P_3 = 3P, F = 3P$; $M = Pr, R_2 = 2r$; $R_3 = 3r$; $r_3 = r$; $i_3 = r\sqrt{3}$.

Решение

Рассмотрим движение каждого тела системы отдельно, предварительно освободив тела от связей и заменив их действие реакциями. На рис. 5.22 изображены силы, действующие на тела системы, после освобождения их от связей и направление движения каждого тела.

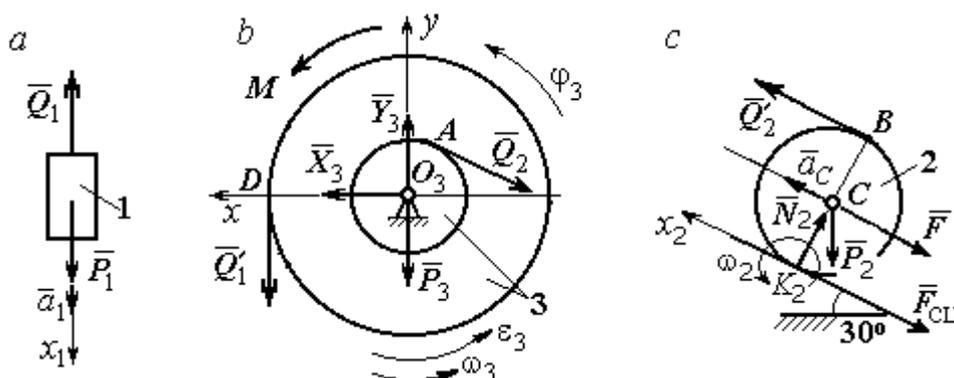


Рис. 5.22. Расчетные схемы для описания движения тел, входящих в систему

Допустим, груз движется вниз со скоростью V_1 , ускорением a_1 . К нему приложена сила тяжести \vec{P}_1 и реакция нити \vec{Q}_1 (рис. 5.22, а). Направим ось x_1 в сторону движения груза. Уравнение движения груза вдоль оси x_1 имеет вид:

$$m_1 a_1 = \sum F_{kx} = P_1 - Q_1 = 2P - Q_1.$$

Барабан 3 вращается вокруг неподвижной оси z , проходящей через центр масс O_3 . На диск 3 действует сила тяжести \vec{P}_3 , реакция подшипника \vec{R}_3 (на

рис. 5.22, *b* показано разложение реакции на составляющие \vec{X}_3, \vec{Y}_3), пара сил с моментом M и реакции нитей \vec{Q}'_1 и \vec{Q}_2 .

При составлении уравнения вращательного движения барабана моменты сил относительно оси считаем положительными, если они создают поворот в сторону вращения барабана. Уравнение вращения барабана 3 имеет вид:

$$J_{zO_3} \varepsilon_3 = \sum M_{zO_3} (F_k) = Q'_1 R_3 + M - Q_2 r_3 = Q'_1 3r + Pr - Q_2 r,$$

Момент инерции барабана относительно оси z : $J_{zO_3} = m_3 i_3^2 = \frac{9Pr^2}{g}$;

Каток 2 совершает плоскопараллельное движение. К нему приложена сила тяжести \vec{P}_2 , сила \vec{F} , реакция нити \vec{Q}'_2 , нормальная реакция \vec{N}_2 наклонной плоскости и сила $\vec{F}_{\text{сц}}$ сцепления диска с поверхностью (рис. 5.22, *c*).

Выберем ось x_2 по направлению движения центра масс катка 2. Плоскопараллельное движение катка описывается уравнениями движения его центра масс в проекции на ось x_2 и вращения вокруг оси, проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости диска:

$$m_2 a_C = Q'_2 - F - F_{\text{сц}} - P_2 \cos 60^\circ = Q'_2 - 3P - F_{\text{сц}} - P;$$

$$J_C \varepsilon_2 = Q'_2 R_2 + F_{\text{сц}} R_2 = Q'_2 2r + F_{\text{сц}} 2r, \quad J_C = \frac{m_2 R_2^2}{2}.$$

При составлении второго уравнения момент силы считается положительным, если он создаёт поворот в сторону вращения катка.

К системе четырех уравнений, описывающих движения тел в системе, необходимо добавить уравнения связей между ускорениями точек и угловыми ускорениями тел. Предположим, скорость центра масс катка 2 равна V_C (см.

рис. 5.22, *c*). Угловая скорость катка $\omega_2 = \frac{V_C}{CK_2} = \frac{V_C}{R_2}$, где CK_2 – расстояние от

центра масс катка 2 до его мгновенного центра скоростей. Продифференцировав по времени последнее равенство, получим: $\varepsilon_2 = \dot{\omega}_2 = \frac{\dot{V}_C}{R_2} = \frac{a_C}{2r}$.

Скорость точки B катка 2 $V_B = \omega_2 \cdot BK_2 = 2V_C$. Приравняв скорость точки A к скорости точки B (см. рис. 5.21), получим: $2V_C = V_B = V_A = \omega_3 r_3 = \omega_3 r$, откуда $\omega_3 = \frac{2V_C}{r}$. После дифференцирования найдём: $\varepsilon_3 = \frac{2a_C}{r}$.

Скорость груза 1 связана со скоростью центра масс катка 2 следующим образом: $V_1 = V_D = \omega_3 R_3 = \frac{2V_C}{r} 3r = 6V_C$. Тогда ускорение груза 1 $a_1 = 6a_C$.

После подстановки уравнений связи в уравнения движения с учётом равенства модулей сил \vec{Q}'_1 и \vec{Q}_1 , а также \vec{Q}_2 и \vec{Q}'_2 получим систему:

$$\begin{aligned} \frac{12P}{g} a_C &= 2P - Q_1; & \frac{18P}{g} a_C &= 3Q_1 + P - Q_2, \\ \frac{2P}{g} a_C &= Q_2 - 4P - F_{\text{сц}}; & \frac{P}{g} a_C &= Q_2 + F_{\text{сц}}, \end{aligned}$$

откуда находим: $a_C = 0,09g$, $Q_1 = 0,92P$, $Q_2 = 2,14P$.

Динамические реакции \vec{X}_3 , \vec{Y}_3 , действующие на ось вращающегося барабана 3 (рис. 5.22, b), определяются из уравнений, которые можно получить, формально применив к барабану теорему о движении центра масс. Так как центр масс барабана 3 неподвижен, его ускорение равно нулю, $a_{O_3} = 0$. Тогда уравнения движения его центра масс в проекциях на оси x , y имеют вид:

$$m_3 a_{O_3, x} = X_3 - Q_2 \cos 30^\circ = 0;$$

$$m_3 a_{O_3, y} = Y_3 - Q_1 - P_3 - Q_2 \cos 60^\circ = 0.$$

Подставляя значения $Q_1 = 0,92P$ и $Q_2 = 2,14P$, находим составляющие реакции оси барабана 3: $X_3 = Q_2 \cos 30^\circ = 1,85P$, $Y_3 = Q_1 + P_3 + Q_2 \cos 60^\circ = 4,98P$.

Полная величина реакции оси барабана 3: $R_3 = \sqrt{X_3^2 + Y_3^2} = 5,31P$.

Задача 62. Подъёмное устройство (рис. 5.23) состоит из однородного диска 1 массой m_1 , радиусом r_1 , ступенчатого диска 2 массой $m_2 = 3m_1$, радиусом $R_2 = 4r_1$ и радиусом ступеньки $r_2 = r_1$ и груза 3 массой $m_3 = 2m_1$. Система движется из состояния покоя в вертикальной плоскости под действием сил тяжести и пары сил с моментом $M = m_1gr_1$, приложенной к диску 1. Определить ускорение груза 3 и натяжение нити груза 3, если радиус инерции ступенчатого диска относительно оси, проходящей через центр масс, перпендикулярно плоскости диска 2, $i_{2C} = 2r_1$.

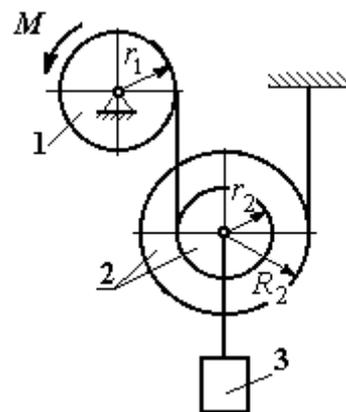


Рис. 5.23. Конструкция подъёмного устройства

Решение задачи осуществить с применением теоремы об изменении кинетической энергии системы и проверить его методом динамического расчёта, составляя уравнения движения тел, входящих в систему.

Решение

1. Для неизменяемой системы (состоящей из абсолютно твёрдых тел, соединённых нерастяжимыми нитями), движущейся из состояния покоя, теорема об изменении кинетической энергии на конечном перемещении имеет вид $T = \sum A(\vec{F}_k^e)$. Схема движения механизма в предположении, что груз 3 опускается, показана на рис. 5.24.

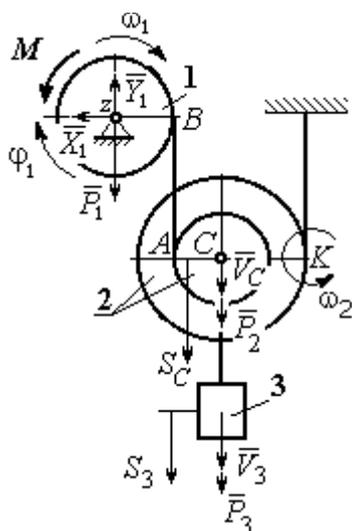


Рис. 5.24. Схема движения механизма

Диск 1 вращается вокруг неподвижной оси z . Кинетическая энергия диска 1: $T_1 = \frac{J_{1z}\omega_1^2}{2}$, где момент инерции диска $J_{1z} = \frac{m_1r_1^2}{2}$.

Диск 1 вращается вокруг неподвижной оси z . Кинетическая энергия диска 1: $T_1 = \frac{J_{1z}\omega_1^2}{2}$, где

момент инерции диска $J_{1z} = \frac{m_1r_1^2}{2}$.

момент инерции диска $J_{1z} = \frac{m_1r_1^2}{2}$.

У диска 2 плоскопараллельное движение. Кинетическая энергия диска 2:

$T_2 = \frac{m_2 V_C^2}{2} + \frac{J_{2C} \omega_2^2}{2}$, где V_C – скорость центра масс диска 2. Момент инерции диска 2 относительно оси, проходящей через центр масс перпендикулярно движению диска, $J_{2C} = m_2 i_{2C}^2$.

Кинетическая энергия груза 3: $T_3 = \frac{m_3 V_3^2}{2}$.

Энергия механизма равна сумме энергий тел, входящих в систему:

$$T = T_1 + T_2 + T_3 = \frac{J_{1z} \omega_1^2}{2} + \frac{m_2 V_C^2}{2} + \frac{J_{2C} \omega_2^2}{2} + \frac{m_3 V_3^2}{2}.$$

Выразим угловые скорости дисков 1 и 2 и скорость центра масс диска 2 через скорость груза 3.

Скорость центра масс диска 2 равна скорости груза 3, $V_C = V_3$. Угловая скорость диска 2 $\omega_2 = \frac{V_C}{CK} = \frac{V_3}{R_2}$, где CK – расстояние от центра диска 2 до его мгновенного центра скоростей.

Скорость точки B нити равна скорости точки A . Из равенства $\omega_1 r_1 = \omega_2 (R_2 + r_2)$ найдём: $\omega_1 = \frac{(r_2 + R_2)}{r_1} \omega_2 = \frac{(r_2 + R_2)}{r_1} \frac{V_3}{R_2}$.

Подставляя найденные зависимости в выражение энергии системы, получим кинетическую энергию механизма:

$$T = \frac{V_3^2}{2} \left[\frac{m_1}{2} \left(1 + \frac{r_2}{R_2} \right)^2 + m_2 \left(1 + \frac{i_{2C}^2}{R_2^2} \right) + m_3 \right] = \frac{209}{64} m_1 V_3^2.$$

Во время движения механизма работу совершают силы тяжести \vec{P}_2 , \vec{P}_3 и пара сил с моментом M . Перемещения S_C и S_3 точек приложения сил \vec{P}_2 , \vec{P}_3 и угол φ_1 поворота диска 1 показаны на рис. 5.24.

Сумма работ сил $\sum A(\vec{F}_k^e) = P_3 S_3 + P_2 S_C - M\varphi_1$. Работа момента отрицательная, так как заданное направление момента противоположно выбранному направлению вращения колеса 1.

Выразим перемещение центра масс диска 2 и угол поворота диска 1 через перемещение груза 3. Проинтегрировав равенство скоростей $V_3 = V_C$, получим равенство перемещений: $S_3 = S_C$. Аналогично, из равенства $\omega_1 = \frac{(r_2 + R_2)}{r_1} \frac{V_3}{R_2}$

следует соотношение $\varphi_1 = \frac{(r_2 + R_2)}{r_1} \frac{S_3}{R_2}$.

В итоге суммарная работа внешних сил в механизме:

$$\sum A(\vec{F}_k^e) = \left[P_3 + P_2 - M \frac{(r_2 + R_2)}{r_1 R_2} \right] S_3 = \frac{15}{4} m_1 g S_3.$$

Составляя уравнение теоремы об изменении кинетической энергии системы, получим равенство:

$$\frac{209}{64} m_1 V_3^2 = \frac{15}{4} m_1 g S_3 \text{ или } V_3^2 = \frac{240}{209} g S_3.$$

Продифференцируем последнее равенство. Получим: $2V_3 \frac{dV_3}{dt} = \frac{240}{209} g \frac{dS_3}{dt}$.

Так как $\frac{dS_3}{dt} = V_3$, а $\frac{dV_3}{dt} = a_3$, находим ускорение груза 3: $a_3 = \frac{120}{209} g \text{ м/с}^2$.

Для того чтобы найти натяжение нити груза 3, необходимо написать уравнение его движения. Выделим груз 3 из системы, заменив действие нити её реакцией H_3 . Выберем ось x по направлению движения груза. Применим к описанию движения груза теорему о движении центра масс, написав её проекцию на ось x : $m_3 a_3 = P_3 - H_3$, где H_3 – реакция нити. При известном ускорении a_3 находим реакцию нити $H_3 = \frac{178}{209} m_1 g$. Натяжение нити численно равно реакции, но направлено в противоположную сторону.

2. Для решения задачи вторым способом – путём составления уравнений движения тел, входящих в состав механизма, освободим тела от связей и заменим их реакциями. На рис. 5.25 изображены силы и реакции, действующие на

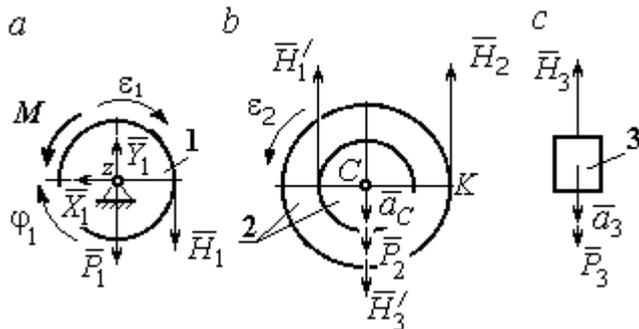


Рис. 5.25. Внешние силы и реакции связей, действующие на тела системы

каждое тело, после освобождения его от связей, а также направления угловых ускорений тел и ускорения центров масс.

Диск 1 вращается вокруг неподвижной оси z . На диск действует сила тяжести \vec{P}_1 , реакция

подшипника \vec{X}_1, \vec{Y}_1 , пара сил с моментом M и реакция нити \vec{H}_1 . Вращение диска описывается уравнением: $J_{1z}\epsilon_1 = \sum M_z(F_k) = H_1 r_1 - M$. Момент инерции

диска 1 относительно оси z , $J_{1z} = \frac{m_1 r_1^2}{2}$.

Диск 2 (рис. 5.25, b) совершает плоскопараллельное движение. К нему приложена сила тяжести \vec{P}_2 и реакции нитей \vec{H}_1', \vec{H}_2 и \vec{H}_3' . Плоскопараллельное движение диска 2 описывается уравнением движения его центра масс в проекции на вертикальную ось и уравнением вращения диска вокруг оси, проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости диска:

$$m_2 a_C = P_2 - H_1' - H_2 + H_3'; \quad J_{2C} \epsilon_2 = H_2 R_2 - H_1' r_2.$$

Момент инерции диска 2 $J_{2C} = m_2 i_{2C}^2$. При составлении уравнения вращательного движения диска 2 момент силы считается положительным, если он создаёт поворот в сторону вращения диска.

Груз 3 совершает поступательное движение. К нему приложены сила тяжести \vec{P}_3 и реакция нити \vec{H}_3 (рис. 5.25, c). Уравнение движения груза 3 в проекции на вертикальную ось, направленную в сторону его движения, имеет вид:

$$m_3 a_3 = P_3 - H_3,$$

Выразим угловые ускорения дисков 1 и 2 и ускорение центра масс диска 2 через ускорение груза 3. Для этого нужно продифференцировать соответствующие кинематические соотношения между скоростями. Так, из найденных ранее выражений: $V_3 = V_C$, $\omega_2 = \frac{V_3}{R_2}$, $\omega_1 = \frac{(r_2 + R_2)}{r_1} \frac{V_3}{R_2}$ следует: $a_3 = a_C$,

$$\varepsilon_2 = \frac{a_3}{R_2}, \quad \varepsilon_1 = \frac{(r_2 + R_2)}{r_1} \frac{a_3}{R_2}.$$

Подставляя кинематические соотношения между ускорениями в уравнения движения тел с учётом равенства модулей сил \vec{H}_1 и \vec{H}'_1 , а также \vec{H}_3 и \vec{H}'_3 , получим систему уравнений, описывающих движение звеньев механизма:

$$\frac{5}{8} m_1 a_3 = H_1 - m_1 g; \quad 3m_1 a_3 = 3m_1 g - H_1 - H_2 + H_3;$$

$$3m_1 a_3 = 4H_2 - H_1; \quad 2m_1 a_3 = 2m_1 g - H_3.$$

Решая систему, найдём $a_3 = \frac{120}{209} g$ м/с², $H_3 = \frac{178}{209} m_1 g$. Выражения ускорения a_3 груза 3 и натяжения нити H_3 совпадают с аналогичными выражениями, полученными в пункте 1 при решении данной задачи с применением теоремы об изменении кинетической энергии.

Упражнения

Упражнение 5.5. Система состоит из двух катков 1 и 2, соединённых невесомым стержнем (рис. 5.26). Каток 1 весом P , радиуса r . Каток 2 весом $2P$, радиуса $3r$ имеет цилиндрический выступ радиуса r . Невесомый стержень, параллельный плоскости качения катков, закреплён в центре катка 1 и передаёт движение катка 1 катку 2 в верхней точке вертикального диаметра цилиндрического выступа без проскальзывания. Качение катков без скольжения. К катку 1 приложена пара сил с моментом $M = 4Pr$. В центре масс катка 2 приложена сила $F = 2P$. Радиус инерции катка 2 относительно оси, проходящей через центр катка перпендикулярно плоскости движения, $i_2 = r\sqrt{2}$. Найти ускорение центра масс катка 1 и реакцию стержня.

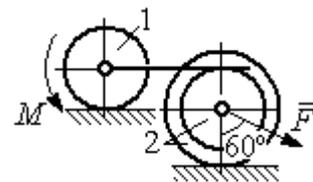


Рис. 5.26. Система катков

Упражнение 5.6. С помощью подъёмного устройства (рис. 5.27) производится подъём груза 1.

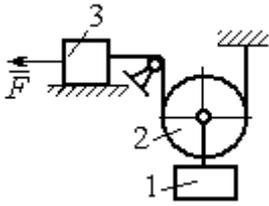


Рис. 5.27. Подъёмное устройство

Нить, закреплённая одним концом на неподвижной поверхности, спускается, охватывает снизу блок 2 массы $m_2 = m$, радиуса r , затем поднимается и проходит параллельно горизонтальной плоскости, где к концу её привязан груз 3 массы $m_3 = m$, передвигающийся по плоскости под действием силы $F = 2,5mg$. Нити, удерживающие блок 2, вертикальны. Груз 1 массы $m_1 = 3m$ прикреплен к оси блока 2.

Найти ускорение груза 1 и натяжения нитей, удерживающих блок 2.

Упражнение 5.7. Груз 1 массы $m_1 = m$, спускается вниз по наклонной плоскости без трения (рис. 5.28).

Нить, прикрепленная к грузу 1, другим своим концом намотана на барабан катка 2 радиуса $R = 2r$ и при движении груза заставляет барабан катиться по горизонтальной поверхности цилиндрическим выступом радиуса r . Качение происходит без проскальзывания. К центру катка привязана другая нить, посредством которой каток тащит за собой груз 3 массы $m_3 = 2m$, скользящий по горизонтальной поверхности без трения. Масса катка $m_2 = 3m$, радиус инерции катка относительно оси, проходящей через его центр масс перпендикулярно плоскости движения $i_2 = r\sqrt{3}$. По касательной к ободу катка 2 приложена сила $F = mg$ (точка приложения силы см. рис. 5.28). Определить ускорение груза 1 и натяжения нитей.

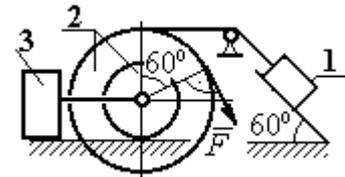


Рис. 5.28. Схема движения механической системы

Масса катка $m_2 = 3m$, радиус инерции катка относительно оси, проходящей через его центр масс перпендикулярно плоскости движения $i_2 = r\sqrt{3}$. По касательной к ободу катка 2 приложена сила $F = mg$ (точка приложения силы см. рис. 5.28). Определить ускорение груза 1 и натяжения нитей.

6. ПРИНЦИПЫ МЕХАНИКИ

6.1. Принцип Даламбера для системы

Силой инерции материальной точки называют векторную величину, модуль которой равен произведению массы точки на модуль её ускорения. Направлен вектор силы инерции точки в сторону, противоположную ускорению $\vec{R}^{\text{и}} = -m\vec{a}$, где m – масса точки; \vec{a} – вектор ускорения точки.

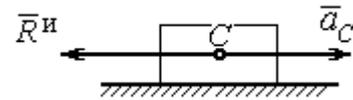


Рис. 6.1. Главный вектор сил инерции при поступательном движении твердого тела

При поступательном движении тела с ускорением центра масс \vec{a}_C главный вектор сил инерции $\vec{R}^{\text{и}}$ по модулю $R^{\text{и}} = ma_C$, приложен в центре масс тела и направлен в сторону, противоположную ускорению \vec{a}_C (рис. 6.1).

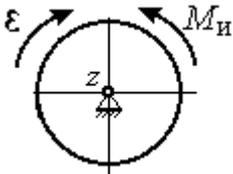


Рис. 6.2. Главный момент сил инерции при вращении тела вокруг оси, проходящей через центр масс

При вращении тела вокруг неподвижной оси z , проходящей через центр масс, главный вектор сил инерции обращается в нуль. Главный момент $\vec{M}^{\text{и}}$, сил инерции относительно оси вращения равен по величине $M^{\text{и}} = J_z \varepsilon$, где J_z – момент инерции тела относительно оси z ; ε – угловое ускорение тела. Направлен главный момент сил инерции в сторону, противоположную угловому ускорению (рис. 6.2).

При плоскопараллельном движении тела с ускорением центра масс \vec{a}_C и угловым ускорением ε главный вектор сил инерции $\vec{R}^{\text{и}}$ равен по модулю $R^{\text{и}} = ma_C$, приложен в центре масс тела и направлен в сторону, противоположную ускорению центра масс \vec{a}_C (рис. 6.3). Главный момент сил инерции $\vec{M}^{\text{и}}$ относи-

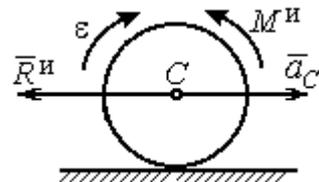


Рис. 6.3. Главный вектор и главный момент сил инерции при плоскопараллельном движении твердого тела

тельно оси, проходящей через центр масс тела перпендикулярно плоскости движения: $M^и = J_C \varepsilon$, где J_C – момент инерции тела относительно оси вращения, и направлен в сторону, противоположную угловому ускорению.

Если в любой момент времени к каждой из точек системы кроме действующих на нее внешних сил присоединить соответствующие силы инерции, то полученная система сил будет уравновешенной.

Принцип Даламбера даёт возможность составлять уравнения движения механической системы в виде уравнений равновесия (метод кинестатики):

$$\sum \vec{F}_k^e + \vec{R}^и = 0, \quad \sum \vec{M}_O(\vec{F}_k^e) + \vec{M}_O^и = 0,$$

где \vec{F}_k^e – внешние силы, действующие на систему; $\vec{R}^и$ – главный вектор сил инерции; $\vec{M}_O(\vec{F}_k^e)$, $\vec{M}_O^и$ – моменты внешних сил и главный момент сил инерции относительно произвольного центра O .

Примеры решения задач на применение принципа Даламбера

Задача 63. Груз 1 массы $m_1 = 10$ кг спускается вниз по наклонной грани клина, образующей угол 60° с горизонтом, и посредством нити, переброшенной

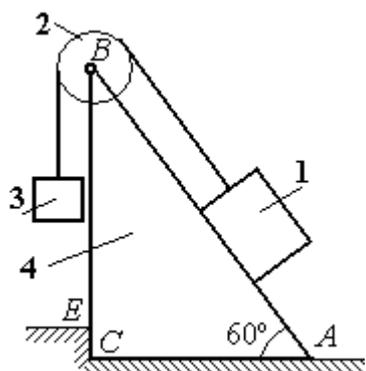


Рис. 6.4. Клин с грузами

через блок 2, укрепленный в верхней точке клина, приводит в движение груз 3 массы $m_3 = 5$ кг (рис. 6.4). Клин ABC массы $m_4 = 15$ кг стоит гранью AC на горизонтальной гладкой поверхности и упирается в выступ E .

Найти давление клина на выступ. Массой блока 2 и нити пренебречь.

Решение

Выберем систему, состоящую из клина ABC , блока 2, грузов 1 и 3 и нити, соединяющей грузы. Внешние силы, действующие на систему, – силы тяжести \vec{P}_1 , \vec{P}_3 и \vec{P}_4 грузов 1, 3 и клина 4, горизонтальная реакция \vec{R}_x упора клина в вы-

ступ и вертикальная реакция \vec{R}_y опоры на горизонтальную поверхность. Реакция нити, реакция опоры груза 1 на наклонную поверхность клина и реакция шарнира B блока 2 для данной системы являются внутренними.

Допустим, груз 1 движется вниз, груз 3 – вверх. Приложим силы инерции. Направления ускорений грузов и сил инерции показаны на рис. 6.5.

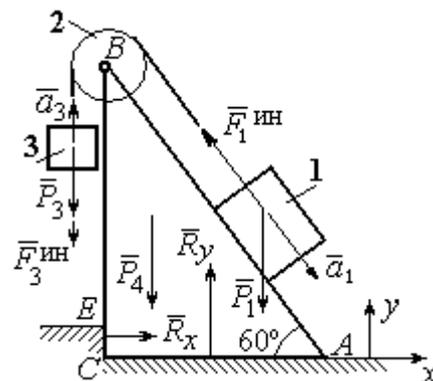


Рис. 6.5. Внешние силы и силы инерции, действующие на систему

В соответствии с принципом Даламбера, полученная система сил находится в равновесии. Условие равновесия: $\sum \vec{F}_k^e + \vec{F}_1^{\text{ин}} + \vec{F}_3^{\text{ин}} = 0$.

Выберем оси x , как показано на рис. 6.5, и спроектируем векторное равенство на ось x . Получим: $R_x - F_1^{\text{ин}} \cos 60^\circ = 0$, где модуль силы инерции $F_1^{\text{ин}} = m_1 a_1$.

Найдём ускорение груза 1. С этой целью рассмотрим отдельно движение грузов 1 и 3 (рис. 6.6 *a, b*).

Рассматривая груз 1 как отдельную систему, изобразим внешние силы:

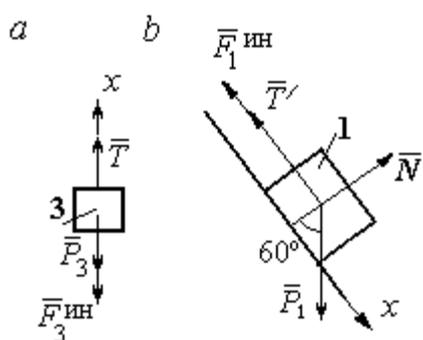


Рис. 6.6. Равновесие грузов

силу тяжести \vec{P}_1 , реакцию нити \vec{T}' и реакцию опоры \vec{N} (см. рис. 6.6, *b*). Присоединим силу инерции $\vec{F}_1^{\text{ин}}$ и составим уравнение равновесия полученной системы сил в проекции на ось x , расположенную вдоль наклонной грани клина: $P_1 \sin 60^\circ - T' - F_1^{\text{ин}} = 0$, где $F_1^{\text{ин}} = m_1 a_1$.

Для груза 3 внешними силами будут сила тяжести \vec{P}_3 и реакция нити \vec{T} . Присоединим к грузу 3 силу инерции $\vec{F}_3^{\text{ин}}$ (см. рис. 6.6, *a*) и составим уравне-

ние равновесия системы сил в проекции на ось x , выбранную по направлению движения груза 3: $T - P_3 - F_3^{\text{ин}} = 0$, где модуль силы инерции $F_3^{\text{ин}} = m_3 a_3$.

Решая полученную систему с учётом, что модули реакций нити и модули ускорений грузов равны: $T = T'$ и $a_1 = a_3$, находим ускорение грузов. Получим:

$$a_1 = a_3 = \frac{(m_1 \sin 60^\circ - m_3)g}{m_1 + m_3}. \text{ Тогда давление клина на уступ:}$$

$$R_x = F_1^{\text{ин}} \cos 60^\circ = m_1 g \frac{(m_1 \sin 60^\circ - m_3)}{(m_1 + m_3)} \cos 60^\circ.$$

Подставляя данные из условия задачи, найдём $R_x = 11,97 \text{ Н}$.

Задача 64. Для подъёма грузов используется лебёдка со ступенчатым воротом, изображённая на рис. 6.7. Радиусы большой и малой ступенек барабана ворота r_1 и r_2 , радиус инерции барабана относительно оси вращения i_3 . Лебёдка установлена на горизонтальной балке AB , которая закреплена в точке A на неподвижном цилиндрическом шарнире и опирается на каток в точке B . Груз 1 поднимается на верёвке, навитой на большую ступеньку ворота. На малой ступеньке барабана ворота закреплена другая верёвка, удерживающая противовес 2. К барабану лебёдки приложен постоянный вращающий момент $M_{\text{вр}}$.

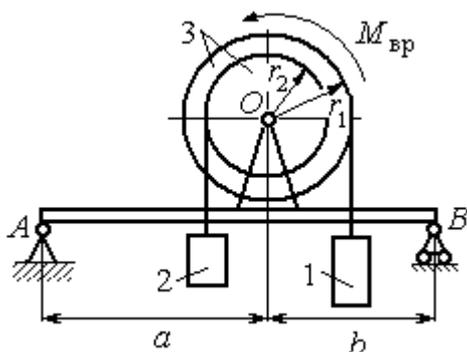


Рис. 6.7. Лебёдка на балке

Найти реакции опор балки во время движения груза, если радиусы ступенек барабана $r_1 = 0,8 \text{ м}$, $r_2 = 0,2 \text{ м}$, радиус инерции барабана относительно оси вращения $i_3 = 0,6 \text{ м}$, масса груза 1 $m_1 = 100 \text{ кг}$, противовеса 2 $m_2 = 30 \text{ кг}$, масса барабана $m_3 = 50 \text{ кг}$, величина вращающего момента $M_{\text{вр}} = 1050 \text{ Н}\cdot\text{м}$, расстояния от крайних точек балки A и B до линии вертикального диаметра барабана $a = 2 \text{ м}$, $b = 1 \text{ м}$.

Решение

Выберем систему, включающую только барабан 3, грузы 1 и 2 и нити, связывающие грузы с барабаном (рис. 6.8). Внешние силы, действующие на эту систему, – пара сил, создающая вращающий момент $M_{вр}$, силы тяжести $\vec{P}_1, \vec{P}_2, \vec{P}_3$ грузов 1, 2 и барабана 3 и реакция \vec{R}_O опоры барабана на шарнир в точке O . Натяжения нитей для данной системы являются внутренними и на рис. 6.8 не показаны.

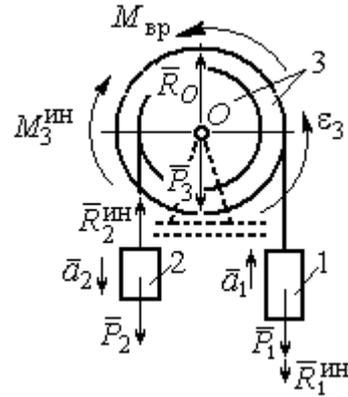


Рис. 6.8. Расчётная схема равновесия барабана

Приложим силы инерции. Направления главных векторов сил инерции $\vec{R}_1^{ин}, \vec{R}_2^{ин}$ и момента сил инерции $M_3^{ин}$ показаны на рис. 6.8.

Согласно принципу Даламбера, полученная система внешних сил и сил инерции является уравновешенной. Составим уравнения равновесия:

$$R_O + R_2^{ин} - P_2 - P_3 - P_1 - R_1^{ин} = 0; \quad M_{вр} - M_3^{ин} - R_2^{ин}r_2 + P_2r_2 - P_1r_1 - R_1^{ин}r_1 = 0,$$

где $R_1^{ин} = m_1a_1, R_2^{ин} = m_2a_2, M_3^{ин} = J_{3O}\epsilon_3, J_{3O} = m_3i_3^2$.

Из второго уравнения с учётом кинематических соотношений: $\epsilon_3 = \frac{a_1}{r_1}$ и

$$a_2 = \frac{r_2}{r_1}a_1, \text{ найдём ускорение груза 1: } a_1 = \frac{r_1(M_{вр} + P_2r_2 - P_1r_1)}{m_3i_3^2 + m_2r_2^2 + m_1r_1^2}. \text{ Подставляя}$$

данные задачи, получим $a_1 = 3,49 \text{ м/с}^2$.

Вычислим модули сил инерции $R_1^{ин} = m_1a_1 = 349 \text{ Н}; R_2^{ин} = m_2a_2 = 26,17 \text{ Н}$.

Подставляя модули сил инерции в первое уравнение условий равновесия, найдём реакцию опоры барабана на шарнир O :

$$R_O = -R_2^{ин} + P_2 + P_3 + P_1 + R_1^{ин} = 2088,63 \text{ Н}.$$

Для определения реакций опор балки AB выберем объектом равновесия

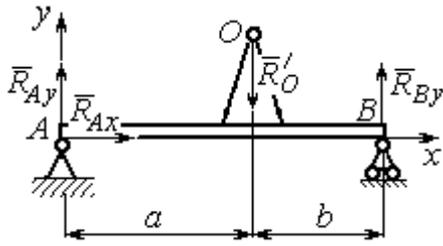


Рис. 6.9. Равновесие балки

саму балку (рис. 6.9). На балку действуют сила \vec{R}'_O давления со стороны шарнира O , реакция шарнира в точке A (на рис. 6.9 разложенная на составляющие \vec{R}_{Ax} , \vec{R}_{Ay}) и реакция \vec{R}_{By} опоры балки на шарнир в точке B . Составим уравне-

ния равновесия балки:

$$\sum F_x = R_{Ax} = 0, \quad \sum F_y = R_{Ay} - R'_O + R_{By} = 0,$$

$$\sum M_A(F) = R_{By}(a + b) - R'_O a = 0.$$

Решая систему с учётом того, что модули сил \vec{R}'_O и \vec{R}_O равны, найдём ре-

акции опор балки: $R_{By} = R_O \frac{a}{a + b} = 1392,42 \text{ Н}$; $R_{Ay} = R_O - R_{By} = 696,21 \text{ Н}$.

Для сравнения реакции опор балки при неподвижном барабане $R_{By} = 1419,18 \text{ Н}$, $R_{Ay} = 346,62 \text{ Н}$.

Упражнение

Упражнение 6.1. Груз 1 соединён с грузом 2 нерастяжимой нитью, переброшенной через неподвижный блок (рис. 6.10). Опускаясь вниз, груз 2 перемещает груз 1 по горизонтальной поверхности призмы 3 без трения. Призма стоит на горизонтальной гладкой поверхности и упирается левым краем в выступ. Определить силу давления призмы на пол, если массы грузов 1, 2 и призмы 3 одинаковы и равны m . Массой нити и блока пренебречь.

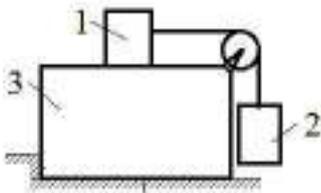


Рис. 6.10. Схема движения грузов в системе

6.2. Принцип возможных перемещений

Возможными перемещениями механической системы называют любую совокупность элементарных (бесконечно малых) перемещений точек системы из занимаемого в данный момент времени положения, которые допускаются всеми наложенными на систему связями.

Идеальными связями в механической системе называют такие связи, для которых сумма элементарных работ их реакций на любом возможном перемещении равна нулю.

Принцип возможных перемещений.

Если все приложенные к точкам системы внешние и внутренние силы разделить на **активные силы** и **реакции связей**, то для равновесия механической системы с идеальными связями необходимо и достаточно, чтобы сумма элементарных работ всех активных сил была равна нулю на любом возможном перемещении системы: $\sum \delta A(\vec{F}_k^{\text{акт}}) = 0$.

Примеры решения задач на применение принципа возможных перемещений

Задача 65. В талевом механизме барабан 1 состоит из двух соосных жестко связанных валов (рис. 6.11). При поднятии груза верхний трос барабана 1 наматывается на вал большего радиуса R_1 , нижний – смотывается с вала меньшего радиуса r_1 .

Какой вращающий момент M , постоянный по величине, нужно приложить к барабану, чтобы уравновесить груз весом P , прикрепленный в центре блока 4. Массами блоков и троса пренебречь.

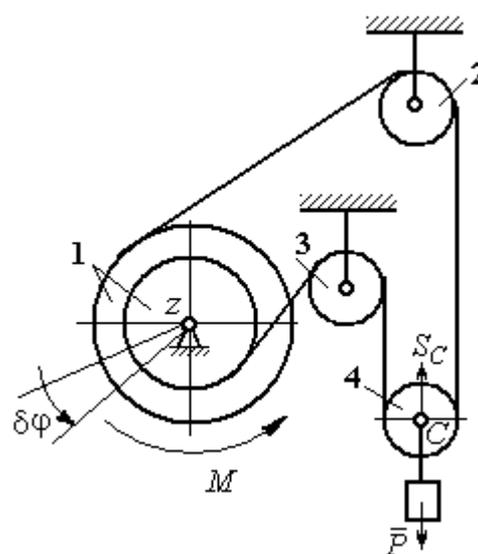


Рис. 6.11. Уравновешивание талевого механизма

Решение

Активными силами в системе являются сила тяжести груза \vec{P} и уравновешивающий момент M . По принципу возможных перемещений для равновесия системы необходимо и достаточно выполнения условия:

$$\delta A(M) + \delta A(\vec{P}) = 0, \text{ или } M\delta\varphi_1 - P\delta S_C = 0.$$

где $\delta\varphi_1$ и δS_C – возможные перемещения барабана и груза.

Найдём связь между перемещениями $\delta\varphi_1$ и δS_C . Предположим, в механизме осуществляется подъём груза. На рис. 6.12

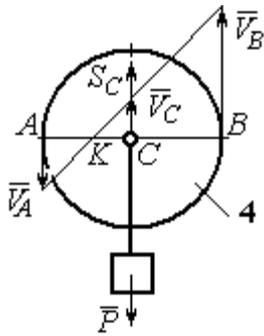


Рис. 6.12. Распределение скоростей точек блока 4

показано построение мгновенного центра скоростей блока 4 – точки K . Здесь скорость точки A блока 4 (рис. 6.12) равна скорости точек обода малого вала барабана 1, а скорость точки B – скорости точек обода большого вала. Составим пропорцию

$$\frac{V_B}{V_A} = \frac{BK}{AK} = \frac{r_4 + CK}{r_4 - CK}, \text{ где } r_4 \text{ – радиус блока 4 (см.}$$

рис.6.12). Подставляя выражения для скоростей точек A и B $V_A = \omega_1 r_1$,

$$V_B = \omega_1 R_1, \text{ найдём расстояние: } CK = \frac{(R_1 - r_1)r_4}{R_1 + r_1}.$$

Угловая скорость блока 4 $\omega_4 = \frac{V_B}{r_4 + CK} = \frac{\omega_1(R_1 + r_1)}{2r_4}$. Скорость его цен-

тра: $V_C = \omega_4 \cdot CK = \frac{\omega_1(R_1 - r_1)}{2}$. Выразим соотношение между скоростью точки

C и угловой скоростью барабана 1 в дифференциальной форме:

$$dS_C = d\varphi_1 \frac{(R_1 - r_1)}{2}. \text{ Поскольку действительное перемещение является одним из}$$

возможных (т. е. $ds = \delta s$, $d\varphi = \delta\varphi$), получим связь между возможными переме-

$$\text{щениями барабана 1 и груза: } \delta S_C = \frac{\delta\varphi_1(R_1 - r_1)}{2}.$$

Подставляя найденное соотношение в уравнение принципа возможных

$$\text{перемещений, представим его в окончательном виде: } M\delta\varphi_1 - P\frac{\delta\varphi_1(R_1 - r_1)}{2} = 0,$$

$$\text{откуда найдём значение уравновешивающего момента: } M = \frac{P(R_1 - r_1)}{2}.$$

Задача 66. Брус 1 весом $P_1 = P$ лежит на цилиндрическом катке 2 и на блоке 3 одинаковых радиусов r , и одинакового веса $P_2 = P_3 = 2P$ (рис. 6.13). Каток 2 катится без проскальзывания по наклонной плоскости с углом наклона 30° к горизонту. Блок 3 вращается вокруг неподвижной оси z и к нему приложена пара сил с моментом $M = Pr$. Каток и блок расположены так, что брус 1 параллелен наклонной плоскости.

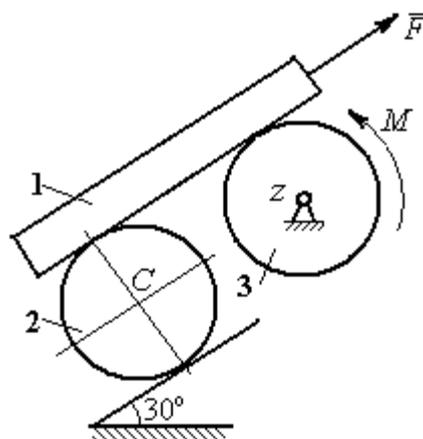


Рис. 6.13. Равновесие механической системы

Какую силу F , параллельную наклонной плоскости, нужно приложить к брусу 1, чтобы удержать его в равновесии. Скольжение между бруском и катком, бруском и блоком отсутствует.

Решение

Рассмотрим механизм, состоящий из бруса 1, катка 2 и блока 3. Активными силами, действующими на механизм, являются силы тяжести \vec{P}_1 , \vec{P}_2 и

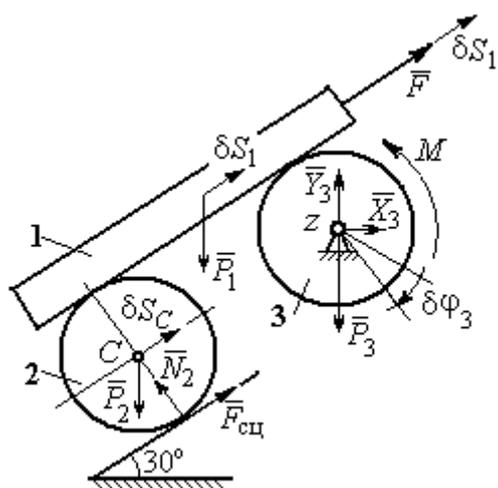


Рис. 6.14. Расчётная схема применения принципа возможных перемещений

\vec{P}_3 бруса, катка и блока, пара сил с моментом M , приложенная к блоку 3, и сила \vec{F} , приложенная к брусу. Связи в механизме идеальные, так как работа реакции \vec{N}_2 опоры катка 2 на плоскость, работа силы $\vec{F}_{сц}$ сцепления катка с плоскостью и работа реакции шарнира блока 3 при любом перемещении системы равны нулю. Направления векторов сил в системе показаны на рис. 6.14.

Придадим системе возможное перемещение, сдвинув брус 1 на расстояние δS_1 вдоль линии действия силы \vec{F} , вверх по наклонной плоскости. Тогда

центр катка 2 переместится на расстояние δS_C , а блок 3 повернётся на элементарный угол $\delta\varphi_3$ (см. рис. 6.14).

Для определения условий равновесия применим к системе принцип возможных перемещений. Получим уравнение:

$$-P_1\delta S_1\cos 60^\circ - P_2\delta S_C\cos 60^\circ - M\delta\varphi_3 + F\delta S_1 = 0.$$

Выразим все перемещения через перемещение бруса δS_1 . Допустим, скорость бруса равна V_1 . Тогда $V_C = \frac{V_1}{2}$, и, следовательно, $\delta S_C = \frac{\delta S_1}{2}$.

Угловая скорость блока 3 $\omega_3 = \frac{V_1}{r}$, отсюда $\delta\varphi_3 = \frac{\delta S_1}{r}$.

Подставляя найденные соотношения в уравнение принципа возможных перемещений с учётом данных задачи, находим $F = 2P$.

Задача 67. Уравновешивание роликового катка 3 с противовесом 1 осуществляется с помощью пары сил с моментом M , приложенных к блоку 2. Каток

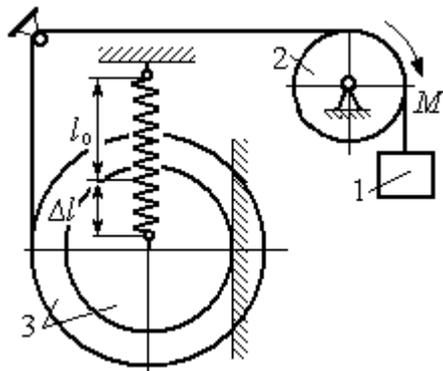


Рис. 6.15. Уравновешивание роликового катка

состоит из двух соосных жестко связанных дисков (рис. 6.15) радиусов r и $R = 2r$ с общей массой $3m$. Масса груза 1 равна m . При движении каток катится без скольжения по вертикальной поверхности, касаясь её диском меньшего радиуса. Вертикальная пружина с закреплённым верхним концом своим нижним концом удерживает каток за центр масс. Жесткость пружины $c = mg / r$.

Какой величины уравновешивающий момент M приложен к блоку 2, если при равновесии катка пружина растянулась относительно недеформированного состояния на величину $\Delta l = r$.

Решение

Рассмотрим механическую систему, состоящую из груза 1, блока 2 и катка 3. Активными силами, действующими на механизм, являются силы тяжести \vec{P}_1 , \vec{P}_2 и \vec{P}_3 – груза, блока и катка, пара сил с моментом M , приложенная к блоку 2, и сила $\vec{F}_{\text{упр}}$ упругости пружины, приложенная к центру катка. Реакциями связей в механизме являются: сила $\vec{F}_{\text{сц}}$ сцепления катка с плоскостью и реакция \vec{R}_2 шарнира блока 2. Реакция \vec{N}_2 опоры катка 2 на вертикальную плоскость равна нулю (на рис. 6.16 не показана).

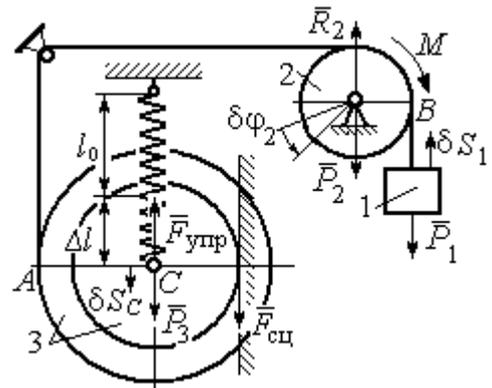


Рис. 6.16. Расчётная схема уравнивания ролика

Допустим, система находится в равновесии. Дадим центру катка возможное перемещение δS_C , направленное вертикально вниз. При этом блок 2 повернётся на угол $\delta\varphi_2$, а груз 1 получит бесконечно малое перемещение δS_1 . Направления возможных перемещений показаны на рис. 6.16.

Составим уравнение принципа возможных перемещений:

$$P_3\delta S_C - F_{\text{упр}}\delta S_C + M\delta\varphi_2 - P_1\delta S_1 = 0,$$

где сила упругости в положении равновесия системы $F_{\text{упр}} = c\Delta l$.

Выразим перемещения $\delta\varphi_2$, δS_1 блока 2 и груза 1 через перемещение центра катка δS_C . Предположим, при возможном перемещении скорость центра масс катка равна V_C . Скорость груза 1 равна скорости точки A на ободу большого диска катка: $V_1 = V_A = \frac{R+r}{r}V_C$. Здесь учтено, что точка касания катка

с вертикальной поверхностью является его мгновенным центром скоростей.

$$\text{Угловая скорость блока 2 } \omega_2 = \frac{V_A}{r} = \frac{R+r}{r^2} V_C.$$

Представляя кинематические соотношения в дифференциальном виде, получим необходимые связи между возможными перемещениями:

$$\delta S_1 = \frac{R+r}{r} \delta S_C = 3\delta S_C; \quad \delta \varphi_2 = \frac{R+r}{r^2} \delta S_C = \frac{3\delta S_C}{r}.$$

Окончательно уравнение принципа возможных перемещений выражается в виде: $P_3 \delta S_C - c \Delta l \delta S_C + M \frac{3\delta S_C}{r} - P_1 3\delta S_C = 0$. Величина уравнивающего

$$\text{момента } M = \frac{1}{3} mgr.$$

Упражнения

Упражнение 6.2. Штамповка деталей осуществляется при помощи рычажного пресса (рис. 6.17). Найти соотношение между силой F , приложенной к внешнему рычагу, и силой Q , сжимающей деталь A вдоль центральной оси.

Длины рычагов a, b, c, d показаны на рис. 6.17.

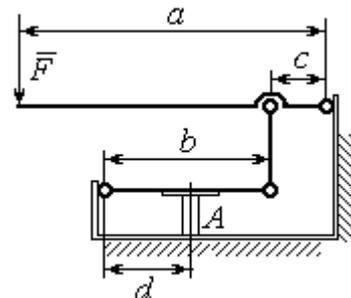


Рис. 6.17. Рычажный пресс

Упражнение 6.3. Конструкция состоит из двух валов, находящихся во внешнем зацеплении, и двух грузов, удерживающихся нитями, намотанными на валы (рис. 6.18).

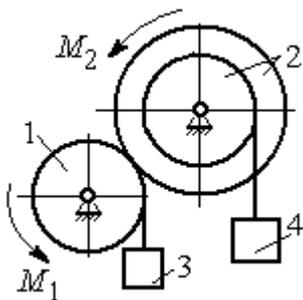


Рис. 6.18. Схема уравнивания валов

грузов, удерживающихся нитями, намотанными на валы (рис. 6.18).

Радиус вала 1 $R_1 = r$. Вал 2 состоит из двух барабанов, жестко скрепленных на одной оси. Радиусы барабанов: $R_2 = 3r, r_2 = r$.

Найти величину уравнивающего момента M_2 , приложенного к валу 2, если к валу 1 приложена пара сил с моментом $M_1 = 2Pr$, а грузы 3 и 4 одинакового веса P .

6.3. Общее уравнение динамики

При движении механической системы с идеальными связями в каждый момент времени сумма элементарных работ активных сил и сил инерции на любом возможном перемещении равна нулю:

$$\sum \delta A(\vec{F}_k^{\text{акт}}) + \sum \delta A(\vec{R}_k^{\text{и}}) = 0,$$

где $\delta A(\vec{F}_k^{\text{акт}})$, $\delta A(\vec{R}_k^{\text{и}})$ – элементарные работы активных сил и сил инерции, приложенных к точкам системы на её возможном перемещении.

При вычислении элементарных работ активных сил и сил инерции используют обычные формулы для вычисления работы сил на элементарном перемещении точек их приложения.

Примеры решения задач на применение общего уравнения динамики

Задача 68. Механическая система включает груз 1, ступенчатый диск 2 (каток), катящийся ступенькой по неподвижному рельсу, и однородный диск 3 (блок), вращающийся вокруг неподвижной оси, соединённых нерастяжимыми нитями (рис. 6.19). Качение ступенчатого диска происходит без скольжения. К грузу 1 приложена сила \vec{F} под углом 30° к горизонтальному направлению движения груза. К блоку 3 приложена пара сил с моментом M . Найти закон движения центра масс катка 2 и реакцию шарнира блока 3 в момент времени $t = 1$ с, если $P_1 = 10$ Н; $P_2 = 20$ Н; $P_3 = 15$ Н; $F = 5(t+1)$ Н; $M = 3(1 + 2t)$ Н·м; $R_2 = 0,8$ м; $r_2 = 0,2$ м; $R_3 = 0,4$ м; момент инерции катка 2 относительно оси, проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости движения, $i_{2C} = 0,6$ м.

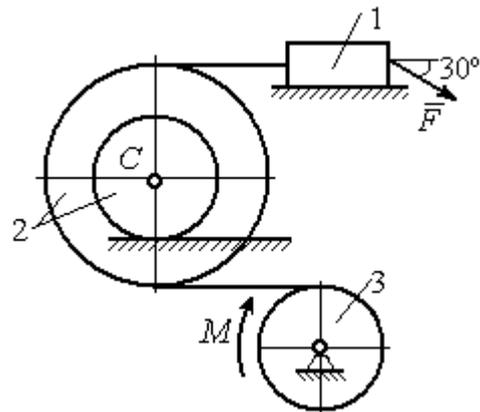


Рис. 6.19. Схема движения механической системы

Решение

В рассматриваемой механической системе активными силами являются силы тяжести $\vec{P}_1, \vec{P}_2, \vec{P}_3$, сила \vec{F} и пара сил с моментом M (рис. 6.20).

Реакциями связей являются нормальные реакции опор: \vec{N}_1, \vec{N}_2 , сила сцепления катка 2 с неподвижной поверхностью $\vec{F}_{\text{сц}}$ и реакция шарнира O

блока 3 (на рис. 6.20 реакция показана в виде разложения на составляющие \vec{X}_3, \vec{Y}_3). Связи идеальные, так как скольжение груза 1 происходит по гладкой поверхности, качение диска 2 без проскальзывания, а ось вращения блока 3 неподвижна.

Предположим, система движется так, что блок 3 вращается с угловой скоростью ω_3 и угловым ускорением ε_3 в направлении поворота, создаваемого моментом M . Соответствующие направления скорости \vec{V}_C и ускорения \vec{a}_C центра масс катка 2, его угловой скорости ω_2 и ускорения ε_2 , а также направление скорости \vec{V}_1 и ускорения \vec{a}_1 груза 1 показаны на рис. 6.20.

Присоединим к телам системы силы инерции. Главные векторы $\vec{R}_1^{\text{и}}, \vec{R}_2^{\text{и}}$ сил инерции груза 1 и катка 2 приложены в центрах масс груза и катка и направлены в сторону, противоположную ускорениям \vec{a}_1 и \vec{a}_C . Главные моменты $\vec{M}_2^{\text{и}}, \vec{M}_3^{\text{и}}$ сил инерции катка 2 и блока 3 направлены в сторону, противоположную угловым ускорениям ε_2 и ε_3 .

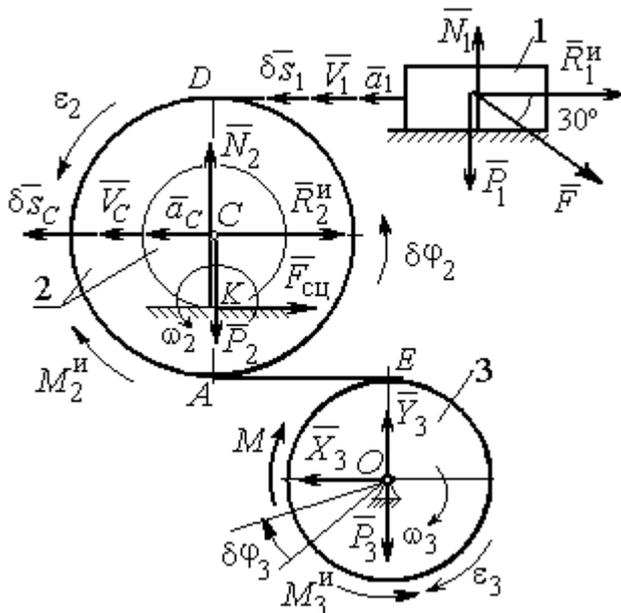


Рис. 6.20. Расчётная схема исследования движения механической системы

Главные векторы и главные моменты сил инерции показаны на рис. 6.20.

Для механической системы с идеальными связями общее уравнение динамики имеет вид:

$$\sum \delta A(\vec{F}_k^{\text{акт}}) + \sum \delta A(\vec{R}_k^{\text{и}}) = 0.$$

Угловая скорость катка 2 $\omega_2 = \frac{V_C}{CK} = \frac{V_C}{r_2}$. Здесь учтено, что в точке K

находится мгновенный центр скоростей катка (см. рис. 6.20). Скорость точки E блока 3 равна скорости точки A катка 2 (см. рис. 6.20):

$$V_E = V_A = \omega_2 \cdot AK = \omega_2(R_2 - r_2) = V_C \frac{R_2 - r_2}{r_2}.$$

Угловая скорость блока 3 $\omega_3 = \frac{V_E}{R_3} = V_C \frac{(R_2 - r_2)}{R_3 r_2}$.

Скорость груза 1 равна скорости точки D катка 2:

$$V_1 = V_D = \omega_2 \cdot DK = \omega_2(R_2 + r_2) = V_C \frac{(R_2 + r_2)}{r_2}.$$

Соотношения между ускорениями определяются путем дифференцирования установленных кинематических равенств:

$$a_1 = a_C \frac{(R_2 + r_2)}{r_2}, \quad \varepsilon_2 = \frac{a_C}{r_2}, \quad \varepsilon_3 = a_C \frac{(R_2 - r_2)}{R_3 r_2}.$$

Если выразить скоростные кинематические соотношения в дифференциальном виде, то, полагая действительное перемещение возможным (т. е. $ds = \delta s$, $d\varphi = \delta\varphi$), получим соотношения между перемещениями:

$$\delta s_1 = \delta s_C \frac{(R_2 + r_2)}{r_2}, \quad \delta\varphi_2 = \frac{\delta s_C}{r_2}, \quad \delta\varphi_3 = \delta s_C \frac{(R_2 - r_2)}{R_3 r_2}.$$

Найдем элементарные работы активных сил.

Работы сил тяжести груза 1 и катка 2 равны нулю, так как перемещения точек приложения сил перпендикулярны векторам сил.

Работа силы тяжести блока 3 также равна нулю, поскольку точка прило-

жения силы тяжести блока 3 не перемещается:

$$\delta A(\vec{P}_1) = P_1 \delta s_1 \cos 90^\circ = 0; \quad \delta A(\vec{P}_2) = P_2 \delta s_C \cos 90^\circ = 0; \quad \delta A(\vec{P}_3) = 0.$$

Работу совершают только пара сил с моментом M и сила \vec{F} :

$$\delta A(\vec{M}) = M \delta \varphi_3 = M \delta s_C \frac{(R_2 - r_2)}{R_3 r_2};$$

$$\delta A(\vec{F}) = F \delta s_1 \cos 150^\circ = -F \delta s_C \frac{(R_2 + r_2)}{r_2} \cos 30^\circ.$$

В результате сумма элементарных работ активных сил:

$$\begin{aligned} \sum \delta A(\vec{F}_k^{\text{акт}}) &= \delta A(\vec{M}) + \delta A(\vec{F}) = \\ &= M \delta s_C \frac{(R_2 - r_2)}{R_3 r_2} - F \delta s_C \frac{(R_2 + r_2)}{r_2} \cos 30^\circ = (0,85 + 23,35t) \delta s_C. \end{aligned}$$

Определим модули главных векторов и главных моментов сил инерции:

$$R_1^{\text{н}} = m_1 a_1 = \frac{P_1 (R_2 + r_2)}{g r_2} a_C, \quad R_2^{\text{н}} = m_2 a_C = \frac{P_2 a_C}{g};$$

$$M_2^{\text{н}} = J_{2C} \varepsilon_2 = \frac{P_2}{g} i_{2C}^2 \frac{a_C}{r_2};$$

$$M_3^{\text{н}} = J_{3O} \varepsilon_3 = \frac{P_3 R_3 (R_2 - r_2)}{2g r_2} a_C,$$

где J_{2C} – момент инерции катка 2 относительно оси, проходящей через его центр масс перпендикулярно плоскости движения, $J_{2C} = m_2 i_{2C}^2$; i_{2C} – радиус инерции катка; J_{3O} – осевой момент инерции блока 3, $J_{3O} = \frac{m_3 R_3^2}{2}$.

Найдем элементарные работы сил инерции:

$$\delta A(\vec{R}_1^{\text{н}}) = -R_1^{\text{н}} \delta s_1 = -\frac{P_1 (R_2 + r_2)^2 a_C}{g r_2^2} \delta s_C;$$

$$\delta A(\vec{R}_2^{\text{н}}) = -R_2^{\text{н}} \delta s_C = -\frac{P_2 a_C}{g} \delta s_C;$$

$$\delta A(\vec{M}_2^{\text{и}}) = -M_2^{\text{и}} \delta \varphi_2 = -\frac{P_2 i_2^2 a_C}{gr_2^2} \delta s_C;$$

$$\delta A(\vec{M}_3^{\text{и}}) = -M_3^{\text{и}} \delta \varphi_3 = -\frac{P_3 (R_2 - r_2)^2 a_C}{2gr_2^2} \delta s_C.$$

Сумма элементарных работ сил инерции:

$$\begin{aligned} \sum \delta A(\vec{R}_k^{\text{и}}) &= -\frac{P_1 (R_2 + r_2)^2 a_C}{gr_2^2} \delta s_C - \frac{P_2 a_C}{g} \delta s_C - \frac{P_2 i_2^2 a_C}{gr_2^2} \delta s_C - \\ &- \frac{P_3 (R_2 - r_2)^2 a_C}{2gr_2^2} \delta s_C = -52,75 a_C \delta s_C, \text{ где } g = 9,81 \text{ м/с}^2. \end{aligned}$$

С учетом проделанных вычислений общее уравнение динамики принимает вид: $\sum \delta A(\vec{F}_k^{\text{акт}}) + \sum \delta A(\vec{R}_k^{\text{и}}) = (0,85 + 23,35t) \delta s_C - 52,75 a_C \delta s_C = 0$, откуда найдём ускорение центра масс катка 2 как функцию времени:

$$a_C(t) = 0,02 + 0,45t.$$

Представляя ускорение a_C в виде второй производной координаты движения центра масс $a_C = \ddot{s}_C$, получим дифференциальное уравнение $\ddot{s}_C = 0,02 + 0,45t$. Дважды проинтегрировав это уравнение с нулевыми начальными условиями, найдём закон движения центра масс:

$$s_C = 0,01t^2 + 0,075t^3.$$

Рассмотрим вращательное движение блока 3, освободив его от связей. На блок действуют сила тяжести \vec{P}_3 , реакция подшипника, разложенная на составляющие \vec{X}_3 , \vec{Y}_3 , пара сил с моментом M и реакция нити \vec{H}_3 (рис. 6.21).

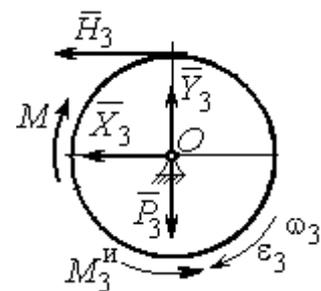


Рис. 6.21. Вращение блока 3

Присоединим к блоку 3 силы инерции. При вращательном движении блока вокруг оси, проходящей через центр масс, главный вектор сил инерции равен ну-

лю. Главный момент сил инерции $M_3^И$ направлен в сторону, противоположную угловому ускорению блока 3.

По принципу Даламбера система сил, приложенных к блоку 3, включая силы инерции, находится в равновесии. Составим уравнение равновесия в виде равенства нулю суммарного момента всех сил относительно оси вращения:

$$M - H_3 R_3 - M_3^И = 0, \text{ откуда найдём реакцию нити: } H_3 = \frac{M}{R_3} - \frac{M_3^И}{R_3}.$$

Подставляя в уравнение величину модуля главного момента сил инерции блока 3 $M_3^И(1) = 0,7 \text{ Н}\cdot\text{м}$ и значение момента, приложенного к блоку 3, в момент времени $t = 1 \text{ с}$, $M(1) = 9 \text{ Н}\cdot\text{м}$ найдём реакцию нити $H_3(1) = 20,75 \text{ Н}$.

Уравнения равновесия, составленные в виде проекций сил на вертикальную и горизонтальную оси (см. рис. 6.21), имеют вид:

$$X_3 + H_3 = 0, Y_3 - P_3 = 0.$$

Составляющие реакции шарнира блока 3 в момент времени $t = 1 \text{ с}$:

$$X_3 = -20,75 \text{ Н}, Y_3 = 15 \text{ Н}. \text{ Полная реакция шарнира } R_3 = \sqrt{X_3^2 + Y_3^2} = 25,6 \text{ Н}.$$

Задача 69. Груз 2 весом P_2 , поднимаемый лебёдкой (рис. 6.22), подвешен в центре подвижного блока 3 весом P_3 . Нерастяжимая нить одним концом при-

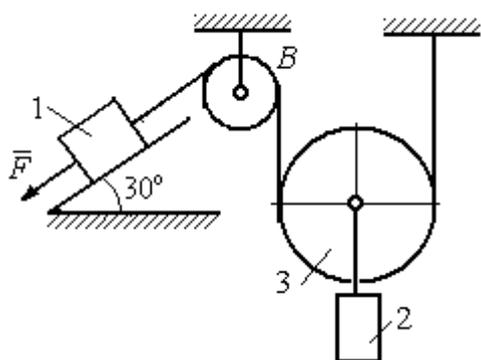


Рис. 6.22. Схема подъемного устройства

цеплена к грузу 1 весом P_1 , лежащему на наклонной плоскости. Другой конец, переброшенный через невесомый блок В, охватывает снизу подвижный блок 3 радиуса r и закреплён в вертикальном положении. К грузу 1 приложена сила \vec{F} , направленная вдоль наклонной плоскости.

Найти закон движения поднимаемого груза, если $P_1 = P_3 = P$, $P_2 = 3P$, $F = 2P$ и движение началось из состояния покоя.

Решение

Применим к решению задачи общее уравнение динамики. В данной механической системе активными силами являются силы тяжести \vec{P}_1 , \vec{P}_2 , \vec{P}_3 и сила \vec{F} (рис. 6.23). Реакциями связей являются реакция шарнира блока B и реакция опоры груза 1 (на рис. 6.23 не показаны). Связи идеальные, так как работа реакций связей равна нулю.

Предположим, груз 1 спускается вниз по наклонной плоскости с ускорением a_1 . Приложим к телам системы силы инерции. Главные вектора сил инерции $\vec{R}_1^{\text{ин}}$ и $\vec{R}_2^{\text{ин}}$ грузов 1 и 2, движущихся поступательно, приложены в центрах масс грузов и направлены противоположно векторам ускорений тел. Глав-

ный вектор $\vec{R}_3^{\text{ин}}$ сил инерции блока 3 приложен в центре масс блока 3 и направлен противоположно вектору ускорения его центра масс. Главный момент сил инерции $M_3^{\text{ин}}$ относительно оси, проходящей через центр масс блока 3 перпендикулярно плоскости движения, направлен в сторону, противоположную направлению углового ускорения блока 3, совпадающего с направлением углового движения. Направления главных векторов и главного момента сил инерции тел показаны на рис. 6.23.

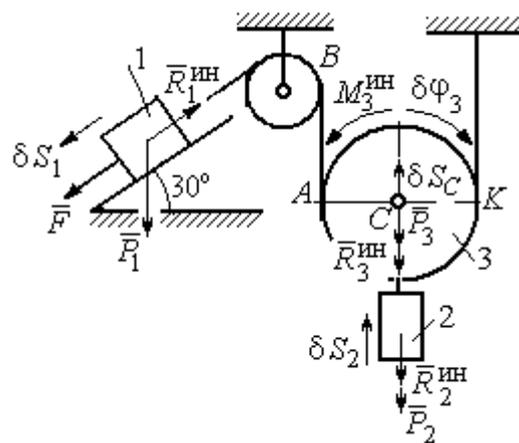


Рис.6.23. Активные силы и силы инерции, приложенные к системе

Дадим системе возможное перемещение, при котором груз 1 спустился вниз по наклонной плоскости на расстояние δS_1 . В соответствии с приложенными в системе связями центр масс подвижного блока 2 и груз 2 переместились вверх на высоту δS_C , а сам блок повернулся на угол $\delta \varphi_3$ (см. рис. 6.23).

Составим общее уравнение динамики $\sum \delta A(\vec{F}_k^{\text{акт}}) + \sum \delta A(\vec{R}_k^{\text{и}}) = 0$. Получим

$$F\delta S_1 + P_1\delta S_1 \cos 60^\circ - P_2\delta S_2 - P_3\delta S_C - \\ - R_1^{\text{ин}}\delta S_1 - R_2^{\text{ин}}\delta S_C - R_3^{\text{ин}}\delta S_C - M_3^{\text{ин}}\delta\varphi_3 = 0,$$

где модули сил инерции $R_1^{\text{ин}} = m_1 a_1$, $R_2^{\text{ин}} = m_2 a_2$, $R_3^{\text{ин}} = m_3 a_C$, $M_3^{\text{ин}} = \frac{m_3 r^2}{2} \varepsilon_3$.

Выразим перемещение δS_2 и ускорение a_2 груза 2, а также поворот $\delta\varphi_3$ и угловое ускорение ε_3 подвижного блока 3 через перемещение δS_1 и ускорение a_1 груза 1.

Угловая скорость блока 3 $\omega_3 = \frac{V_A}{AK} = \frac{V_1}{2r}$. Здесь учтено, что точка K блока 3 является его мгновенным центром скоростей. Тогда, элементарный поворот блока $\delta\varphi_3 = \frac{\delta S_1}{2r}$, а его угловое ускорение $\varepsilon_3 = \frac{a_1}{2r}$.

Скорость центра масс блока 3 и скорость груза 2: $V_2 = V_C = \frac{V_1}{2}$. Из этого равенства следует, что: $\delta S_2 = \delta S_C = \frac{\delta S_1}{2}$, $a_2 = a_C = \frac{a_1}{2}$.

Подставляя найденные соотношения в общее уравнение динамики с учётом данных задачи, окончательно получим уравнение: $\frac{1}{2}P\delta S_1 = \frac{17}{8g}Pa_1\delta S_1$. От-

сюда $a_1 = \frac{4}{17}g = 0,23g$. Ускорение груза 2, $a_2 = \frac{a_1}{2} = 0,12g$.

Представим ускорение груза 2 в виде второй производной координаты его движения. Получим дифференциальное уравнение: $\ddot{S}_2 = 0,12g$. Дважды проинтегрировав его с нулевыми начальными условиями, найдём закон движения груза: $S_2 = 0,06gt^2$.

Задача 70. Грузы 1 и 2 весом $P_1 = 20$ Н и $P_2 = 30$ Н привязаны к нерастяжимой нити. Нить переброшена через неподвижные блоки B и D и охватывает снизу подвижный блок 3 весом $P_3 = 40$ Н (рис. 6.24). Определить ускорения грузов 1 и 2 и центра масс блока 3. Весом неподвижных блоков B и D пренебречь.

Решение

В данной механической системе активными силами являются силы тяжести $\vec{P}_1, \vec{P}_2,$

\vec{P}_3 (рис. 6.25), а реакциями связей – реакции шарниров блоков B и D . Связи идеальные, так как оси вращения блоков B и D неподвижны.

Применим к решению задачи общее уравнение динамики. Система имеет две степени свободы. В этом случае общее уравнение динамики необходимо

составлять для каждого из независимых перемещений.

Предположим, система движется так, что оба груза 1 и 2 равноускоренно перемещаются вверх. Скорости грузов \vec{V}_1, \vec{V}_2 , ускорения – \vec{a}_1 и \vec{a}_2 . Блок 3 опускается вниз с ускорением центра \vec{a}_C , вращается и имеет угловое ускорение ε_3 , направленное по ходу часовой стрелки (см. рис. 6.25).

Приложим к телам системы силы инерции (см. рис. 6.25). Модули сил инерции:

$R_1^{\text{ин}} = m_1 a_1, R_2^{\text{ин}} = m_2 a_2, R_3^{\text{ин}} = m_3 a_C$. Главный момент сил инерции блока 3 $M_3^{\text{ин}} = J_{3C} \varepsilon_3$, где осевой момент инерции $J_{3C} = \frac{m_3 r^2}{2}$. Направления векторов сил и моментов сил инерции показаны на рис. 6.25.

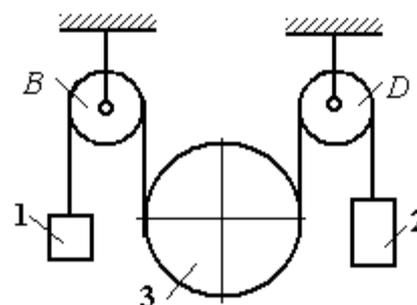


Рис. 6.24. Механическая система с двумя степенями свободы

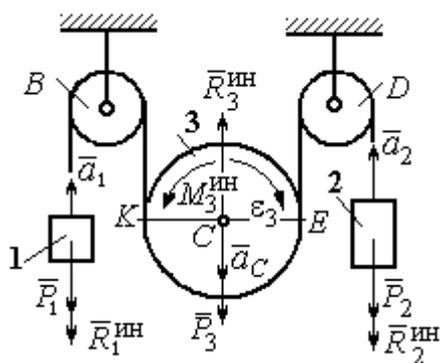


Рис. 6.25. Активные силы и силы инерции, приложенные к системе

Для вычисления углового ускорения блока 3 воспользуемся векторным представлением ускорения точки при плоскопараллельном движении тела. Выберем точку K за полюс.

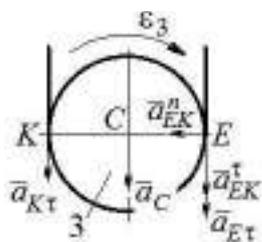


Рис. 6.26. Схема вычисления углового ускорения блока 3

Ускорение точки E определяется равенством $\vec{a}_E = \vec{a}_K + \vec{a}_{EK}^n + \vec{a}_{EK}^\tau$, где \vec{a}_K – ускорение полюса K ; \vec{a}_{EK}^n , \vec{a}_{EK}^τ – нормальная и касательная составляющие ускорения точки E при вращении блока 3 вокруг полюса K (рис. 6.26). Спроектируем векторное равенство на вертикальную ось $E\tau$.

Получим: $a_{E\tau} = a_{K\tau} + a_{EK}^\tau$, где $a_{E\tau}$ и $a_{K\tau}$ – проекции ускорений точек E и K на вертикальную ось.

Поскольку модуль ускорения точки K нити равен модулю ускорения груза 1, то $a_{K\tau} = a_1$. Модуль ускорения точки E нити равен модулю ускорения груза 2 и $a_{E\tau} = a_2$. Так как $a_{EK}^\tau = \varepsilon_3 AK = \varepsilon_3 2r$, то $\varepsilon_3 = \frac{a_{E\tau} - a_{K\tau}}{2r} = \frac{a_2 - a_1}{2r}$.

Составляя такое же векторное уравнение для определения ускорения центра масс блока 3 (точки C) и проектируя его на вертикальную ось, найдём:

$$a_C = a_{K\tau} + a_{CK}^\tau = a_1 + \varepsilon_3 r = \frac{a_2 + a_1}{2}.$$

Выберем в качестве независимых координат s_1, s_2 – положения грузов 1 и 2, отсчитываемые от неподвижных осей вращения блоков B и D . Возможные перемещения грузов обозначим δs_1 и δs_2 .

Дадим системе возможное перемещение, при котором груз 1 поднимается вверх на расстояние δs_1 , а груз 2 – неподвижен. При таком движении нить, соединяющая груз 2 с блоком 3, неподвижна вплоть до точки E (рис. 6.27).

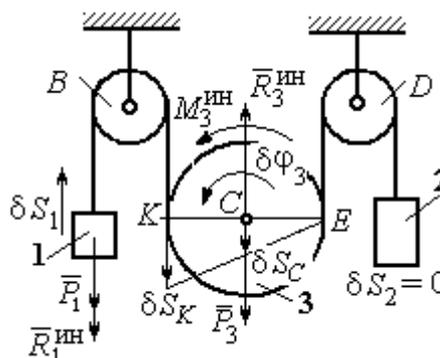


Рис.6.27. Движение системы при перемещении груза 1.

Вращение блока 3 происходит против направления хода часовой стрелки. Точка E является мгновенным центром скоростей блока 3, и угловая скорость блока $\omega_3 = \frac{V_K}{2r} = \frac{V_1}{2r}$. Скорость центра масс блока $V_C = \frac{1}{2}V_1$. Тогда элементарный поворот блока 3 $\delta\varphi_3 = \frac{\delta s_1}{2r}$ и элементарное перемещение центра масс

$$\delta s_C = \frac{1}{2}\delta s_1.$$

На данном возможном перемещении работу совершают как активные силы – силы тяжести \vec{P}_1 и \vec{P}_3 груза 1 и блока 3, так и силы инерции – $\vec{R}_1^{\text{ин}}$, $\vec{R}_3^{\text{ин}}$ и пара сил инерции с моментом $M_3^{\text{ин}}$.

Составим общее уравнение динамики:

$$\sum \delta A(\vec{F}_k^{\text{акт}}) + \sum \delta A(\vec{R}_k^{\text{ин}}) = -P_1\delta s_1 + P_3\delta s_C - R_1^{\text{ин}}\delta s_1 - R_3^{\text{ин}}\delta s_C + M_3^{\text{ин}}\delta\varphi_3 = 0.$$

Здесь работа сил инерции

$$R_1^{\text{ин}}\delta s_1 = m_1 a_1 \delta s_1, \quad R_3^{\text{ин}}\delta s_C = m_3 a_C \delta s_C = \frac{P_3}{g} \left(\frac{a_1 + a_2}{2} \right) \cdot \frac{1}{2} \delta s_1;$$

$$M_3^{\text{ин}}\delta\varphi_3 = J_{3C} \varepsilon_3 \delta\varphi_3 = \frac{P_3 r^2}{2g} \cdot \frac{a_2 - a_1}{2r} \cdot \frac{\delta s_1}{2r}.$$

В результате общее уравнение динамики представляется выражением

$$-P_1\delta s_1 + \frac{1}{2}P_3\delta s_1 - \frac{P_1}{g}a_1\delta s_1 - \frac{P_3}{g} \left(\frac{a_1 + a_2}{2} \right) \cdot \frac{1}{2}\delta s_1 + \frac{P_3 r^2}{2g} \cdot \frac{a_2 - a_1}{2r} \cdot \frac{\delta s_1}{2r} = 0,$$

которое преобразуется к виду:

$$(3P_3 + 8P_1)a_1 + P_3a_2 = (4P_3 - 8P_1)g.$$

Дадим системе другое независимое возможное перемещение, при котором груз 2 движется вверх ($\delta s_2 \neq 0$), а груз 1 неподвижен ($\delta s_1 = 0$).

При этом перемещении нить, соединяющая груз 1 и блок 3 неподвижна вплоть до точки K (рис. 6.28). Вращение блока 3 происходит по направлению хода часовой стрелки. Точка K является мгновенным центром скоростей бло-

ка 3. Тогда $\omega_3 = \frac{V_E}{2r} = \frac{V_2}{2r}$ и скорость центра масс блока $V_C = \frac{1}{2}V_2$. Элементар-

ный поворот блока 3 $\delta\varphi_3 = \frac{\delta s_2}{2r}$ и перемещение центра масс $\delta s_C = \delta s_E = \frac{1}{2}\delta s_2$.

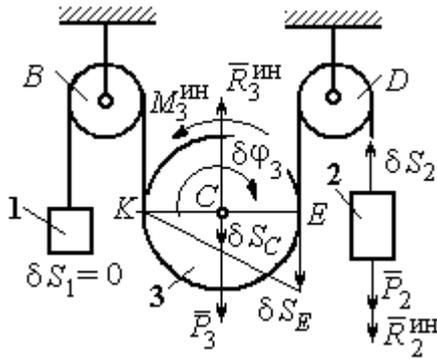


Рис. 6.28. Движение системы при перемещении груза 2

При таком движении работу совершают силы тяжести \vec{P}_2 и \vec{P}_3 , силы инерции $\vec{R}_2^{\text{инн}}$, $\vec{R}_3^{\text{инн}}$ и пара сил с моментом $M_3^{\text{инн}}$.

Составим общее уравнение динамики на возможном перемещении δs_2 (см. рис. 6.28):

$$-P_2\delta s_2 - R_2^{\text{инн}}\delta s_2 + P_3\delta s_C - R_3^{\text{инн}}\delta s_C - M_3^{\text{инн}}\delta\varphi_3 = 0$$

которое преобразуется к виду

$$-P_2\delta s_2 - \frac{P_2}{g}a_2\delta s_2 + \frac{1}{2}P_3\delta s_2 - \frac{P_3}{g}\left(\frac{a_1 + a_2}{2}\right)\frac{1}{2}\delta s_2 - \frac{P_3r^2}{2g}\left(\frac{a_2 - a_1}{2r}\right)\frac{\delta s_2}{2r} = 0$$

или к виду

$$(8P_2 + 3P_3)a_2 + P_3a_1 = (4P_3 - 8P_2)g.$$

Подставляя данные задачи в оба уравнения динамики, соответствующие независимым перемещениям δs_1 и δs_2 , получим систему уравнений:

$$7a_1 + a_2 = 0, \quad 2g + 9a_2 + a_1 = 0.$$

Решение системы: $a_1 = \frac{1}{31}g$, $a_2 = -\frac{7}{31}g$ представляет ускорения грузов 1 и 2.

Ускорение центра масс блока 3 находится по формуле $a_C = \frac{a_1 + a_2}{2} = -\frac{3}{31}g$.

Знаки ускорений определяют направления движений тел: груз 1 движется в выбранном направлении – вверх, груз 2 – вниз, центр блока 3 – вверх.

Упражнения

Упражнение 6.4. В механической системе (рис. 6.29) блок 1 радиуса r и каток 2 соединены горизонтальным невесомым стержнем. Скольжение между стержнем и катками отсутствует. Каток 2 состоит из двух шкивов радиусов r и $R = 2r$, скреплённых на одной оси. Каток катится, опираясь малым шкивом на горизонтальную поверхность, без проскальзывания. Груз 3 представляет собой поршень,двигающийся по горизонтальной поверхности без трения и прикреплённый к центру масс катка 2. К блоку 1 приложена пара сил с переменным моментом $M_{вр} = mgr\sin\omega t$.

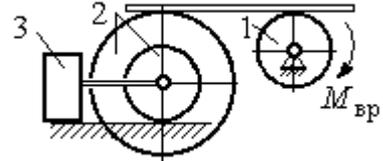


Рис. 6.29. Схема движения механической системы

Найти закон движения поршня 3, если массы грузов $m_1 = m_3 = m$, общая масса катка 2 $m_2 = 2m$, момент инерции катка 2 относительно оси, проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости движения, $i_2 = 1,5r$. Движение началось из состояния покоя.

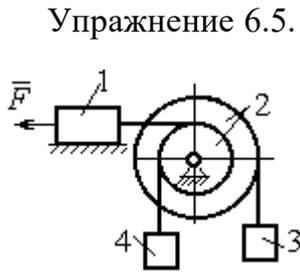


Рис. 6.30. Схема подъёмника

Упражнение 6.5. Груз 1, двигаясь горизонтально, приводит в движение ступенчатый барабан 2 посредством нерастяжимой нити, намотанной на его малую ступень (рис. 6.30). К барабану на нитях, намотанных на большую и малую ступеньки, подвешены два груза 3 и 4. На груз 1 действует сила $F = P(t + 1)$. Определить закон движения груза 3, если веса грузов одинаковы и равны P , вес барабана 2 равен $2P$, радиусы ступенек барабана r и $2r$, радиус инерции барабана $i_2 = r\sqrt{2}$, и движение началось из состояния покоя.

6.4. Уравнения Лагранжа II рода

Обобщенными координатами называется совокупность любых s независимых параметров q_1, q_2, \dots, q_s , однозначно определяющих положение системы в любой момент времени.

Если системе сообщить возможное перемещение, при котором все обобщенные координаты изменятся на элементарные (бесконечно малые) величины $\delta q_1, \delta q_2, \dots, \delta q_s$, называемые **вариациями обобщенных координат**, то все действующие активные силы совершат элементарную работу, которая может быть представлена в виде: $\delta A = Q_1 \cdot \delta q_1 + Q_2 \cdot \delta q_2 + \dots + Q_s \cdot \delta q_s$.

Величина Q_k , $k = 1, 2, \dots, s$, равная коэффициенту при вариации δq_k обобщенной координаты, называется **обобщенной силой**, соответствующей данной обобщенной координате. Расчет обобщенных сил осуществляется путем последовательного придания системе возможных перемещений, при которых варьируется только одна из обобщенных координат, а вариации остальных координат равны нулю.

Для материальной системы с идеальными связями дифференциальные уравнения движения в обобщенных координатах – **уравнения Лагранжа II**

рода – имеют вид: $\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_k} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_k} = Q_k$, $k = 1, 2, \dots, s$, где s – число степеней

свободы системы; T – кинетическая энергия системы; q_1, q_2, \dots, q_s – обобщенные координаты; $\dot{q}_1, \dot{q}_2, \dots, \dot{q}_s$ – обобщенные скорости.

Примеры решения задач на составление уравнений Лагранжа

Задача 71. В механизме домкрата (рис. 6.31) движение зубчатого колеса 1 передаётся шестерне 2, к которой соосно при-

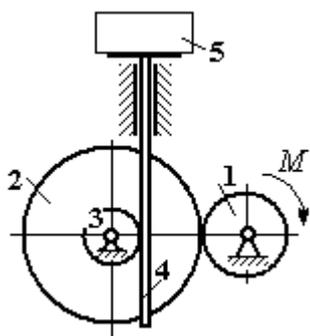


Рис. 6.31. Схема механизма домкрата

креплено зубчатое колесо 3, имеющее зацепление с зубчатой рейкой 4, на которой поднимается груз 5 массы $m_5 = 50$ кг.

Радиусы зубчатых колёс $r_1 = 5$ см, $r_2 = 12$ см, $r_3 = 6$ см. Зубчатые колёса считать сплошными однородными дисками. Массы колёс $m_1 = 0,8$ кг,

$m_2 = 1,6$ кг, $m_3 = 0,6$ кг, масса зубчатой рейки $m_4 = 1$ кг.

Какой величины постоянный вращающий момент нужно приложить к колесу 1 для того, чтобы в момент времени $t = 2$ с груз 5 имел скорость $V_5 = 1$ м/с, если движение системы начинается из состояния покоя.

Решение

Домкрат является механической системой с одной степенью свободы. Выберем в качестве обобщённой координаты координату x , отмечающую положение груза 5 (рис. 6.32).

Уравнение Лагранжа для обобщённой координаты x имеет вид:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{x}} \right) - \frac{\partial T}{\partial x} = Q_x, \text{ где } T - \text{кинетическая энергия системы; } \dot{x} - \text{обобщённая}$$

скорость; Q_x – обобщённая сила.

Кинетическая энергия колеса 1: $T_1 = \frac{J_1 \omega_1^2}{2}$, где ω_1 – угловая скорость колеса 1; J_1 – момент инерции колеса, $J_1 = \frac{m_1 r_1^2}{2}$.

Кинетические энергии шестерни 2 и зубчатого колеса 3, у которых угловые скорости одинаковы, соответственно:

$$T_2 = \frac{J_2 \omega_2^2}{2}, T_3 = \frac{J_3 \omega_2^2}{2}, \text{ где } \omega_2 - \text{угловая скорость шестерни 2; } J_2, J_3 - \text{моменты инерции шестерни 2}$$

и зубчатого колеса 3 относительно оси, проходящей через общий центр масс, $J_2 = \frac{m_2 r_2^2}{2}$,

$$J_3 = \frac{m_3 r_3^2}{2}. \text{ Скорость груза 5 равна скорости зубчатой}$$

линейки $V_5 = V_4$. Кинетическая энергия зубчатой линейки 4 и груза 5:

$$T_4 = \frac{m_4 V_4^2}{2}, T_5 = \frac{m_5 V_4^2}{2}.$$

Выразим угловые скорости колёс через скорость груза (зубчатой линейки).

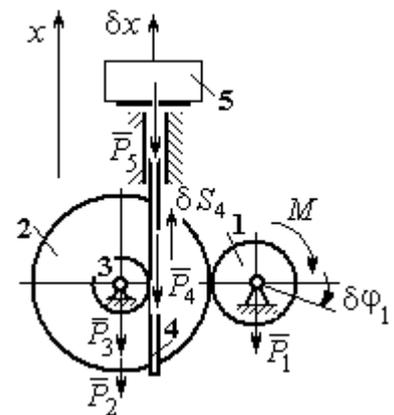


Рис. 6.32. Возможные перемещения звеньев механизма

Имеем: $\omega_2 = \omega_3 = \frac{V_4}{r_3}$ (см. рис. 6.32). Кроме того, из равенства $\omega_2 r_2 = \omega_1 r_1$

$$\text{следует } \omega_1 = \frac{\omega_2 r_2}{r_1} = \frac{V_4 r_2}{r_1 r_3}.$$

Подставляя полученные соотношения в выражения кинетических энергий тел и с учётом данных задачи, получим кинетическую энергию системы:

$$\begin{aligned} T &= T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 = \\ &= \frac{m_1 r_1^2}{4} \left(\frac{V_4 r_2}{r_1 r_3} \right)^2 + \frac{m_2 r_2^2}{4} \left(\frac{V_4}{r_3} \right)^2 + \frac{m_3 r_3^2}{4} \left(\frac{V_4}{r_3} \right)^2 + \frac{m_4 V_4^2}{2} + \frac{m_5 V_4^2}{2} = \\ &= \left[\frac{m_1 + m_2}{2} \left(\frac{r_2}{r_3} \right)^2 + \frac{m_3}{2} + m_4 + m_5 \right] \frac{V_4^2}{2} = 28,05 V_4^2 = 28,05 \dot{x}^2. \end{aligned}$$

Вычислим обобщённую силу.

Дадим возможное перемещение δx грузу 5. При этом линейка 4 переместится на расстояние δs_4 , а зубчатое колесо 1 повернётся на угол $\delta \varphi_1$. Найдём сумму работ всех сил, приложенных к системе, на этом возможном перемещении. Получим: $\delta A = -P_5 \delta x - P_4 \delta s_4 + M \delta \varphi_1$. Работа сил тяжести зубчатых колёс \vec{P}_1 , \vec{P}_2 и \vec{P}_3 равна нулю, так как точки приложения этих сил неподвижны.

Из ранее полученных скоростных соотношений следуют равенства перемещений: $\delta s_4 = \delta x$, $\delta \varphi_1 = \frac{r_2}{r_1 r_3} \delta x$. В результате сумма работ сил на возможном

перемещении системы выражается в виде $\delta A = \left(-m_5 g - m_4 g + M \frac{r_2}{r_1 r_3} \right) \delta x$. От-

сюда обобщённая сила Q_x , соответствующая координате x :

$$Q_x = -(m_5 + m_4)g + M \frac{r_2}{r_1 r_3} = -500,31 + 40M.$$

Составим уравнение Лагранжа.

С учётом, что $\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot{x}}\right) = 56,1 \ddot{x}$ и $\frac{\partial T}{\partial x} = 0$, дифференциальное уравнение

движения имеет вид: $56,1 \ddot{x} = -500,31 + 40M$ или $\ddot{x} = -8,92 + 0,71M$.

Интегрируя это уравнение с нулевыми начальными условиями, получим закон изменения скорости груза 5: $V_5 = \dot{x} = (-8,92 + 0,71M)t$.

По условию задачи при $t = 2$ с $V_5 = 1$ м/с. Подставляя эти данные в уравнение, получим: $M = 13,27$ Н·м.

Задача 72. Механическая система состоит из ступенчатого блока 2, катка 3, соединённых невесомым брусом 1, и невесомой пружины жесткостью c . Радиусы ступеней блока r и $R = 1,5r$, радиус катка 3 равен r . Брус, лежащий на катке 3 и блоке 2, во время движения остаётся параллельным линии качения катка 3 (рис. 6.33). В центре катка 3 приложена сила \vec{F} , направленная вверх параллельно наклонной плоскости, а к блоку 2 – пара сил с моментом M . Качение катка

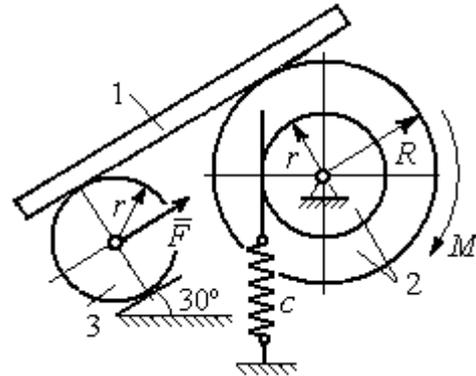


Рис. 6.33. Механическая система с одной степенью свободы

по неподвижной поверхности без скольжения. Проскальзывание между брусом 1 и дисками отсутствует. Передача движения пружины блоку 2 производится посредством невесомого жесткого вертикального стержня, прижатого к малой ступеньке блока без скольжения. Радиус инерции блока 2 относительно оси вращения $i_z = r\sqrt{2}$. Веса тел: $P_3 = P$, $P_2 = 2P$, приложенная сила $F = 2P$, момент $M = Pr$, жесткость пружины $c = P/r$.

Определить закон угловых колебаний блока 2 при $P = 10$ Н, $r = 0,2$ м, если в начальный момент пружина находилась в нерастянutom состоянии, а блоку 2 придали угловую скорость $\omega_0 = 0,5$ рад/с в сторону вращения, создаваемого заданным моментом.

Решение

Рассматриваемая механическая система (рис. 6.34) имеет одну степень свободы. В качестве обобщённой координаты q выберем перемещение x верхнего края пружины, отсчитываемого от уровня недеформируемой пружины (см. рис. 6.34). Обобщённая скорость $\dot{q} = \dot{x}$.

Уравнение Лагранжа II рода, описывающее движение системы, имеет вид

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{x}} \right) - \frac{\partial T}{\partial x} = Q_x, \text{ где } T \text{ – кинетическая энергия системы; } Q_x \text{ – обобщенная}$$

сила, соответствующая обобщенной координате x .

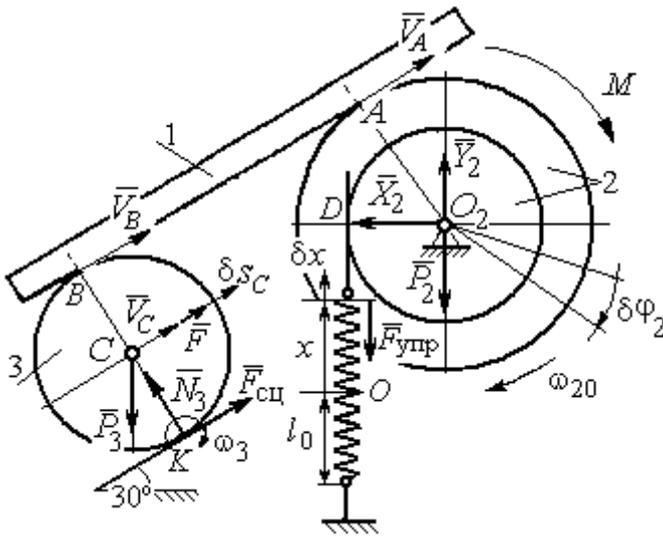


Рис. 6.34 Расчётная схема колебаний механической системы с одной степенью свободы

Вычислим кинетическую энергию системы. Энергия вращательного движения блока 2: $T_2 = \frac{1}{2} J_{2z} \omega_2^2$, где ω_2 – угловая скорость блока; J_{2z} – момент инерции блока 2 относительно оси z , $J_{2z} = m_2 i_z^2$. Каток 3 совершает плоскопараллельное движение. Его кинетическая

энергия $T_3 = \frac{1}{2} m_3 V_C^2 + \frac{1}{2} J_{zC} \omega_3^2$, где V_C , ω_3 – скорость центра масс катка 3 и его угловая скорость; J_{zC} – момент инерции катка относительно оси, проходящей через его центр масс перпендикулярно плоскости движения,

$$J_{zC} = \frac{1}{2} m_3 r^2; \text{ } r \text{ – радиус катка.}$$

Выразим угловые скорости ω_2 , ω_3 , а также скорость V_C через обобщённую скорость \dot{x} .

Заметим, что скорость точки D блока 2 равна скорости движения верхнего края пружины: $V_D = \dot{x}$ (см. рис. 6.34). Угловая скорость блока 2: $\omega_2 = \frac{V_D}{r} = \frac{\dot{x}}{r}$. Скорость точки A блока 2: $V_A = \omega_2 R = \frac{\dot{x}R}{r}$.

Так как брус совершает поступательное движение, то скорости точек A и B равны: $V_B = V_A$. Угловая скорость катка 3 (точка K касания катка 3 с неподвижной поверхностью является его мгновенным центром скоростей): $\omega_3 = \frac{V_B}{2r} = \frac{V_A}{2r} = \frac{\dot{x}R}{2r^2}$. Скорость центра катка 3: $V_C = \frac{V_B}{2} = \frac{\dot{x}R}{2r}$.

Подставляя найденные кинематические соотношения с учётом исходных данных задачи, получим кинетическую энергию тел системы:

$$T_2 = \frac{1}{2} J_{2z} \omega_2^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{2P}{g} (r\sqrt{2})^2 \left(\frac{\dot{x}}{r} \right)^2 = \frac{2P}{g} \dot{x}^2;$$

$$T_3 = \frac{1}{2} m_3 V_C^2 + \frac{1}{2} J_{zC} \omega_3^2 = \frac{1}{2} \frac{P}{g} \left(\frac{\dot{x}R}{2r} \right)^2 + \frac{1}{2} \frac{Pr^2}{2g} \left(\frac{\dot{x}R}{2r^2} \right)^2 = \frac{3P}{4g} \left(\frac{R}{2r} \right)^2 \dot{x}^2.$$

Полная кинетическая энергия системы:

$$T = T_2 + T_3 = \frac{P}{g} \left(2 + \frac{3}{4} \left(\frac{R}{2r} \right)^2 \right) \dot{x}^2.$$

Найдём обобщённую силу. Произвольное положение системы определяется обобщённой координатой x , показывающей растяжение пружины. Дадим пружине в произвольном положении возможное (бесконечно малое) перемещение δx в положительном направлении оси x (см. рис. 6.34). При этом блок 2 повернётся на угол $\delta\varphi_2 = \frac{\delta x}{r}$, центр масс катка 3 сдвинется на расстояние

$\delta s_C = \frac{R}{2r} \delta x$. На заданном перемещении системы работу совершают сила тяжести катка 3, пара сил с моментом M , сила \vec{F} и сила упругости пружины.

Элементарная работа вращающего момента M : $\delta A(M) = M\delta\varphi_2 = M\frac{\delta x}{r}$.

Работа силы тяжести катка 3: $\delta A(\vec{P}_3) = P_3\delta s_C \cos 120^\circ = -P_3\frac{R}{4r}\delta x$.

Работа силы F : $\delta A(\vec{F}) = F\delta s_C = F\frac{R}{2r}\delta x$.

Модуль силы упругости пружины, растянутой из недеформированного положения на расстояние x : $F_{\text{упр}} = cx$. Сила упругости направлена в сторону, противоположную растяжению (см. рис. 6.34). Её работа при перемещении δx вычисляется по формуле $\delta A(\vec{F}_{\text{упр}}) = F_{\text{упр}}\delta x \cos 180^\circ = -cx\delta x$.

Сумма работ сил на рассматриваемом возможном перемещении системы с учётом данных задачи:

$$\delta A = M\frac{\delta x}{r} - P_3\frac{R}{4r}\delta x + F\frac{R}{2r}\delta x - cx\delta x = P\left(\frac{17}{8} - \frac{x}{r}\right)\delta x,$$

откуда обобщённая сила $Q_x = P\left(\frac{17}{8} - \frac{x}{r}\right)$.

Вычислим необходимые производные кинетической энергии:

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot{x}}\right) = \frac{2P}{g}\left(2 + \frac{3}{4}\left(\frac{R}{2r}\right)^2\right)\ddot{x}, \quad \frac{\partial T}{\partial x} = 0 \quad \text{и, подставляя их в общий вид уравнений}$$

Лагранжа, получим дифференциальное уравнение колебаний верхнего края пружины:

$$\frac{2P}{g}\left(2 + \frac{3}{4}\left(\frac{R}{2r}\right)^2\right)\ddot{x} = P\left(\frac{17}{8} - \frac{x}{r}\right), \quad \text{или } \ddot{x} + 10,2x = 4,34 \quad (\text{здесь } g = 9,81 \text{ м/с}^2).$$

Решение дифференциального уравнения представляется в виде суммы: $x = x_{\text{одн}} + x_{\text{частн}}$. Общее решение однородного уравнения имеет вид $x_{\text{одн}} = C_1 \sin kt + C_2 \cos kt$, где C_1, C_2 – произвольные постоянные; k – круговая частота собственных колебаний пружины, $k = \sqrt{10,2} = 3,19$ рад/с. Частное ре-

шение неоднородного уравнения ищется в виде константы $x_{\text{част}} = b$. Подставив его в уравнение колебаний, получим: $b = 0,42$. Таким образом, общее решение неоднородного уравнения имеет вид $x(t) = C_1 \sin 3,19t + C_2 \cos 3,19t + 0,42$.

Произвольные постоянные C_1, C_2 находятся из начальных условий. По условию задачи в начальный момент пружина была в нерастянутом состоянии. Тогда начальная координата пружины (её верхнего края) $x(0) = 0$. Подставляя значение начальной координаты в общее решение неоднородного уравнения при $t = 0$, получим $C_2 = -0,42$. Скорость верхнего края пружины в начальный момент времени $\dot{x}(0)$ равна начальной скорости $V_D(0)$ точки D блока 2. Поскольку в начальный момент времени блоку 2 сообщили угловую скорость $\omega_{20} = 0,5$ рад/с, то при $r = 0,2$ м $\dot{x}(0) = V_D(0) = \omega_{20}r = 0,1$ м/с.

Вычисляем скорость движения края пружины, взяв производную: $\dot{x}(t) = 3,19C_1 \cos 3,19t - 3,19C_2 \sin 3,19t$. Подставляя начальное значение скорости, получим $C_1 = 0,03$.

Окончательно уравнение движения верхнего края пружин: $x(t) = 0,03 \sin 3,19t - 0,42 \cos 3,19t + 0,42$ м. Уравнение колебательного движения

блока 2: $\varphi_2 = \frac{x}{r} = 0,15 \sin 3,19t - 2,1 \cos 3,19t + 2,1$ рад.

Задача 73. Прямоугольная призма 3 весом $2P$ лежит на катке 1 радиуса r и веса P и опирается на невесомый блок 2 (рис. 6.35). Каток 1 катится по неподвижной горизонтальной поверхности без скольжения. По наклонной поверхности призмы скатывается без скольжения каток 4 весом P и радиуса r . Угол наклона поверхности призмы к горизонту составляет

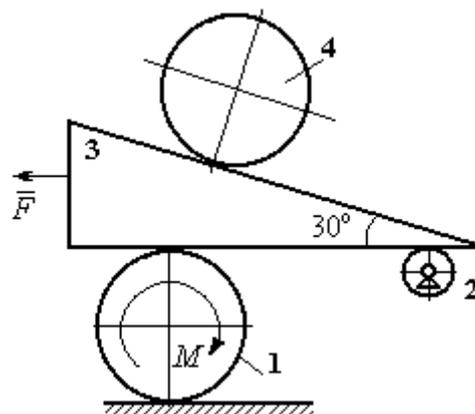


Рис. 6.35. Механическая система с двумя степенями свободы

30°. На каток 1 действует пара сил с постоянным моментом $M = 3Pr$, а на призму 3 – горизонтальная сила \vec{F} с модулем $F = P$. Катки считать однородными дисками. Проскальзывание между катками 1, 4 и призмой отсутствует. В начальный момент система находилась в покое.

Определить закон движения призмы 3 и закон движения катка 4 относительно призмы.

Решение

Рассматриваемая механическая система – катки и призма имеет две степени свободы, так как перемещение катка 4 относительно призмы 3 не зависит от перемещения самой призмы и катка 1. За обобщенные координаты выберем перемещение x_4 центра масс катка 4 относительно края призмы и перемещение x_3 края призмы 3 относительно произвольной неподвижной вертикальной плоскости (рис. 6.36). Обобщенные скорости: \dot{x}_4, \dot{x}_3 .

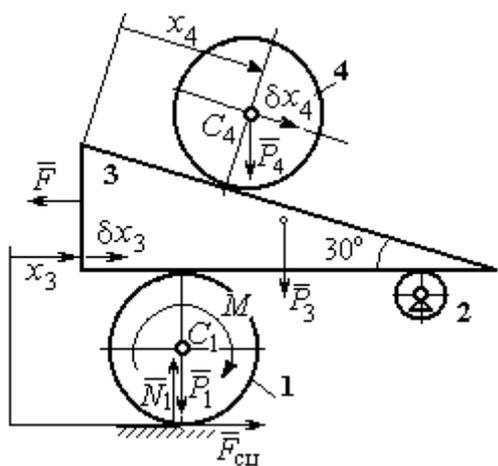


Рис. 6.36. Возможные перемещения механической системы

Уравнения Лагранжа II рода, описывающие движение системы в обобщенных координатах:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{x}_4} \right) - \frac{\partial T}{\partial x_4} = Q_{x_4};$$

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{x}_3} \right) - \frac{\partial T}{\partial x_3} = Q_{x_3},$$

где T – кинетическая энергия системы; Q_{x_4}, Q_{x_3} – обобщенные силы, соответствующие указанным обобщенным координатам.

Вычислим кинетическую энергию тел в системе.

Вычислим кинетическую энергию тел в системе.

Каток 1 совершает плоскопараллельное движение. Кинетическая энергия

катка $T_1 = \frac{1}{2} m_1 V_{C_1}^2 + \frac{1}{2} J_{C_1} \omega_1^2$, где V_{C_1} – скорость центра масс катка, $V_{C_1} = \frac{1}{2} \dot{x}_3$;

J_{C_1} – момент инерции катка относительно оси, проходящей через центр масс

перпендикулярно плоскости движения, $J_{C_1} = \frac{m_1 r^2}{2}$; ω_1 – угловая скорость катка 1, $\omega_1 = \frac{\dot{x}_3}{2r}$.

Призма 3 совершает поступательное движение со скоростью $V_3 = \dot{x}_3$. Её кинетическая энергия

$$T_3 = \frac{m_3 V_3^2}{2} = \frac{m_3 \dot{x}_3^2}{2}.$$

При расчёте кинетической энергии катка 4 по

формуле $T_4 = \frac{1}{2} m_4 V_4^2 + \frac{1}{2} J_{C_4} \omega_4^2$ необходимо учитывать, что каток 4 совершает сложное движение. Здесь относительное движение катка – его качение по наклонной поверхности призмы, переносное – поступательное перемещение вместе с призмой.

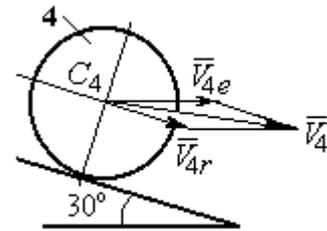


Рис. 6.37. Скорость центра масс катка 4

Вектор абсолютной скорости центра масс катка 4 \vec{V}_4 представляется в виде суммы $\vec{V}_4 = \vec{V}_{4e} + \vec{V}_{4r}$ (рис. 6.37), где \vec{V}_{4e} – вектор переносной скорости катка, равный по модулю скорости призмы: $V_{4e} = \dot{x}_3$; \vec{V}_{4r} – вектор относительной скорости центра масс катка, равный по величине $V_{4r} = \dot{x}_4$. Модуль абсолютной скорости центра масс катка 4 (по теореме косинусов):

$$V_4^2 = V_{4e}^2 + V_{4r}^2 - 2V_{4e}V_{4r} \cos 150^\circ = \dot{x}_3^2 + \dot{x}_4^2 + 2\dot{x}_3\dot{x}_4 \cos 30^\circ.$$

Поскольку переносное движение катка 4 поступательное, угловая скорость катка ω_4 равна его угловой скорости в относительном движении

$$\omega_4 = \frac{V_{4r}}{r} = \frac{\dot{x}_4}{r}.$$

В результате выражение кинетической энергии системы, в обобщённых скоростях имеет вид:

$$T = \frac{1}{2} m_1 V_{C_1}^2 + \frac{1}{2} J_{C_1} \omega_1^2 + \frac{1}{2} m_3 V_3^2 + \frac{1}{2} m_4 V_4^2 + \frac{1}{2} J_{C_4} \omega_4^2 =$$

$$= \frac{P}{2g} \left(\frac{27}{8} \dot{x}_3^2 + \frac{3}{2} \dot{x}_4^2 + \dot{x}_3 \dot{x}_4 \sqrt{3} \right).$$

Дадим системе возможное перемещение по координате x_3 , оставляя координату x_4 без изменения: $\delta x_3 > 0, \delta x_4 = 0$. При таком движении системы каток 4 не скатывается по призме, а движется поступательно вместе с ней. В этом случае работа сил тяжести катков 1, 4 и призмы равна нулю, так как нет вертикального перемещения точек приложения этих сил. Работу на этом перемещении будет производить только сила \vec{F} и пара сил с моментом M , приложенная к катку 1. Суммарная элементарная работа

$$\delta A = -F\delta x_3 + M\delta\varphi_1 = \left(-F + \frac{M}{2r} \right) \delta x_3.$$

Здесь учтено, что элементарный угол поворота катка 1 связан с перемещением призмы соотношением: $\delta\varphi_1 = \frac{\delta x_3}{2r}$. Отсюда обобщённая сила, соответствующая координате x_3 : $Q_{x_3} = -F + \frac{M}{2r} = \frac{1}{2}P$.

Дадим системе другое независимое перемещение – по координате x_4 , оставляя координату x_3 без изменения: $\delta x_4 > 0, \delta x_3 = 0$. При этом возможном перемещении вся система стоит, кроме катка 4, который скатывается по наклонной поверхности призмы. При таком движении системы работу совершает только сила тяжести катка 4. Выражая элементарную работу $\delta A = P_4 \delta x_4 \cos 60^\circ = \frac{1}{2}P \delta x_4$, найдём обобщённую силу, соответствующую координате x_4 : $Q_{x_4} = \frac{1}{2}P$.

Составим уравнения Лагранжа. С этой целью вычислим необходимые производные кинетической энергии

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{x}_3} \right) = \frac{27P}{8g} \ddot{x}_3 + \frac{P\sqrt{3}}{2g} \ddot{x}_4; \quad \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{x}_4} \right) = \frac{3P}{2g} \ddot{x}_4 + \frac{P\sqrt{3}}{2g} \ddot{x}_3; \quad \frac{\partial T}{\partial x_3} = 0, \quad \frac{\partial T}{\partial x_4} = 0.$$

Подставляя результаты расчётов в общий вид уравнений Лагранжа, получим систему дифференциальных уравнений:

$$\frac{27P}{8g}\ddot{x}_3 + \frac{P\sqrt{3}}{2g}\ddot{x}_4 = \frac{1}{2}P, \quad \frac{3P}{2g}\ddot{x}_4 + \frac{P\sqrt{3}}{2g}\ddot{x}_3 = \frac{1}{2}P$$

или

$$6,75\ddot{x}_3 + 1,73\ddot{x}_4 = g; \quad 3\ddot{x}_4 + 1,73\ddot{x}_3 = g.$$

Решаем данную систему как алгебраическую относительно ускорений \ddot{x}_3 , \ddot{x}_4 . Получим: $\ddot{x}_3 = 0,07g$, $\ddot{x}_4 = 0,29g$.

Интегрируя дважды эти уравнения с нулевыми начальными условиями, получим закон движения призмы ($x_3 = 0,035gt^2$) и центра масс катка 4 относительно призмы ($x_4 = 0,145gt^2$). Движение призмы и катка 4 относительно призмы происходит в положительном направлении осей.

Задача 74. Механическая система состоит из трёх тел – груза 1, катка 2 и блока 3 (рис. 6.38). Невесомый стержень, соединяющий каток 2 с блоком 3, параллелен горизонтальной плоскости качения катка 2. К центру катка 2 прикреплена горизонтальная пружина, другой конец которой соединён с грузом 1. Коэффициент жесткости пружины c . Груз 1 весом P_1 движется без трения по горизонтальной поверхности. Каток 2 весом P_2 катится по горизонтальной поверхности без скольжения. Радиус катка 2 равен r . Блок 3 считать однородным диском весом P_3 радиуса R . К блоку 3 приложена пара сил с моментом M . Движение катка 2 блоку 3 передаётся горизонтальным невесомым стержнем. Скольжение между стержнем и дисками отсутствует. В начальный момент система находилась в покое. При этом груз 1 находился в положении, при котором

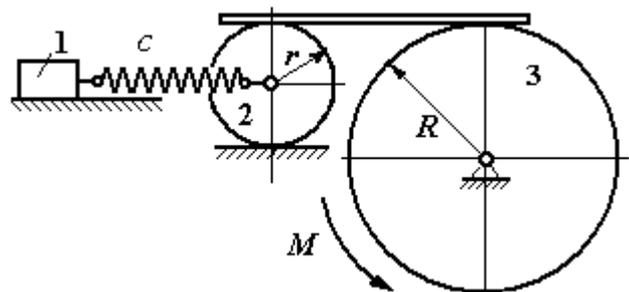


Рис. 6.38. Колебания механической системы с двумя степенями свободы

коэффициент жесткости пружины c . Груз 1 весом P_1 движется без трения по горизонтальной поверхности. Каток 2 весом P_2 катится по горизонтальной поверхности без скольжения. Радиус катка 2 равен r . Блок 3 считать однородным диском весом P_3 радиуса R . К блоку 3 приложена пара сил с моментом M . Движение катка 2 блоку 3 передаётся горизонтальным невесомым стержнем. Скольжение между стержнем и дисками отсутствует. В начальный момент система находилась в покое. При этом груз 1 находился в положении, при котором

пружина была растянута относительно своего недеформированного состояния на величину Δl_0 .

Найти закон абсолютного движения груза 1, если известно $P_1 = 10 \text{ Н}$, $P_2 = 20 \text{ Н}$, $P_3 = 30 \text{ Н}$, $M = 5 \text{ Н}\cdot\text{м}$, $R = 24 \text{ см}$, $c = 207 \text{ Н/м}$, $\Delta l_0 = 5 \text{ см}$.

Решение

Рассматриваемая механическая система имеет две степени свободы. В качестве обобщенных координат выберем удлинение пружины x_1 относительно недеформированного состояния и угол φ_3 поворота блока 3 (рис. 6.39). При этом x_1 является относительной координатой движения груза, а φ_3 – абсолютной координатой вращения блока 3.

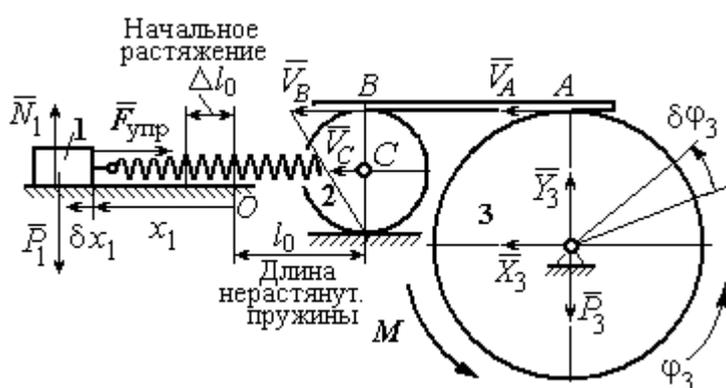


Рис. 6.39. Расчётная схема колебаний механической системы

но недеформированного состояния и угол φ_3 поворота блока 3 (рис. 6.39). При этом x_1 является относительной координатой движения груза, а φ_3 – абсолютной координатой вращения блока 3.

Рассмотрим сложное движение груза 1. Относительное движение груза – это его движение на пружине в предположении, что точка крепления пружины неподвижна. Относительная скорость $V_{1r} = \dot{x}_1$. Переносное движение – это перемещение груза вместе с фиксированной длиной пружины (иначе, заменяя пружину жестким стержнем). Переносная скорость груза 1 $V_{1e} = V_C$, где V_C – скорость центра масс катка 2.

На рис. 6.39 показано распределение скоростей точек катка 2, откуда следует: $V_C = \frac{1}{2}V_B$. Имеем: $V_B = V_A = \omega_3 R = \dot{\varphi}_3 R$ и $V_C = \frac{1}{2}\dot{\varphi}_3 R$.

Для того чтобы найти модуль абсолютной скорости груза 1, спроектируем векторное равенство теоремы сложения скоростей $\vec{V}_1 = \vec{V}_{1r} + \vec{V}_{1e}$ на горизон-

тальную ось. Полагая, что движение системы происходит в положительном направлении отсчета обобщённых координат, получим: $V_1 = \dot{x}_1 + \frac{1}{2}\dot{\phi}_3 R$.

Уравнения Лагранжа II рода, описывающие движение системы:

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot{x}_1}\right) - \frac{\partial T}{\partial x_1} = Q_x, \quad \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot{\phi}_3}\right) - \frac{\partial T}{\partial \phi_3} = Q_\phi,$$

где T – кинетическая энергия системы; Q_x , Q_ϕ – обобщенные силы, соответствующие обобщенным координатам x_1 и ϕ_3 .

Вычислим кинетическую энергию системы и выразим её через обобщённые скорости.

Кинетическая энергия поступательного движения груза 1 определяется выражением $T_1 = \frac{1}{2}m_1V_1^2$, где V_1 следует рассматривать как абсолютную скорость груза. Тогда $T_1 = \frac{1}{2}m_1\left(\dot{x}_1 + \frac{1}{2}\dot{\phi}_3 R\right)^2$. Каток 2 совершает плоскопараллель-

ное движение. Кинетическая энергия катка $T_2 = \frac{3}{4}m_2V_C^2$, причём $V_C = \frac{1}{2}\dot{\phi}_3 R$.

Тогда $T_2 = \frac{3}{16}m_2\dot{\phi}_3^2 R^2$. Кинетическая энергия вращающегося блока 3:

$T_3 = \frac{1}{2}J_{3z}\omega_3^2$, где J_{3z} – осевой момент инерции блока 3, $J_{3z} = \frac{m_3 R^2}{2}$. Оконча-

тельно $T_3 = \frac{1}{4}m_3\dot{\phi}_3^2 R^2$.

Кинетическая энергия системы имеет вид:

$$\begin{aligned} T &= T_1 + T_2 + T_3 = \frac{1}{2}m_1\left(\dot{x}_1 + \frac{1}{2}\dot{\phi}_3 R\right)^2 + \frac{3}{16}m_2\dot{\phi}_3^2 R^2 + \frac{m_3 R^2}{4}\dot{\phi}_3^2 = \\ &= \frac{1}{2}m_1\dot{x}_1^2 + \frac{1}{2}m_1\dot{x}_1\dot{\phi}_3 R + \left(\frac{1}{8}m_1 + \frac{3}{16}m_2 + \frac{1}{4}m_3\right)\dot{\phi}_3^2 R^2. \end{aligned}$$

Дадим системе возможное перемещение, при котором изменяется координата груза x_1 ($\delta x_1 > 0$), а другая координата – угол поворота блока 3 φ_3 остаётся постоянной ($\delta\varphi_3 = 0$). В этом случае груз 1 движется горизонтально, блок 3 и каток 2 – неподвижны. При таком движении работу будет производить только упругая сила пружины.

Модуль силы упругости пружины пропорционален её растяжению и в произвольном положении груза равен: $F_{\text{упр}} = c\Delta\ell = cx_1$. Направление силы упругости противоположно растяжению (см. рис. 6.39).

Сумма элементарных работ сил на заданном перемещении системы δx_1 : $\delta A = -F_{\text{упр}}\delta x_1 = -cx_1\delta x_1$. Отсюда обобщенная сила Q_x , соответствующая координате x_1 : $Q_x = -cx_1 = -207x_1$ Н.

Дадим системе другое возможное перемещение, при котором пружина не растягивается: $\delta x_1 = 0$, а блок 3 повернулся на угол $\delta\varphi_3$: $\delta\varphi_3 > 0$. В этом случае пружина рассматривается как жёсткий стержень, связывающий груз 1 с центром масс катка 2. В результате при повороте блока 3 груз 1 и точка C движутся одинаково в горизонтальном направлении. На этом перемещении системы работу совершает только пара сил с моментом M , приложенная к блоку 3. Имеем $\delta A = M\delta\varphi_3$, и, следовательно, обобщённая сила $Q_\varphi = M = 5$ Н·м.

Составим уравнения Лагранжа, для чего вычислим производные от кинетической энергии по обобщенным скоростям и координатам:

$$\frac{\partial T}{\partial \dot{x}_1} = m_1\dot{x}_1 + \frac{1}{2}m_1R\dot{\varphi}_3; \quad \frac{\partial T}{\partial \dot{\varphi}_3} = \frac{1}{2}m_1R\dot{x}_1 + \left(\frac{1}{4}m_1 + \frac{3}{8}m_2 + \frac{1}{2}m_3\right)\dot{\varphi}_3R^2;$$

$$\frac{\partial T}{\partial x_1} = 0, \quad \frac{\partial T}{\partial \varphi_3} = 0.$$

Полные производные по времени:

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot{x}_1}\right) = m_1\ddot{x}_1 + \frac{1}{2}m_1R\ddot{\varphi}_3; \quad \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot{\varphi}_3}\right) = \frac{1}{2}m_1R\ddot{x}_1 + \left(\frac{1}{4}m_1 + \frac{3}{8}m_2 + \frac{1}{2}m_3\right)\ddot{\varphi}_3R^2.$$

Приравнивая полные производные обобщённым силам, получим уравнения Лагранжа окончательно в виде системы алгебраических уравнений относительно ускорений \ddot{x}_1 и $\ddot{\phi}_3$:

$$1,02\ddot{x}_1 + 0,12\ddot{\phi}_3 = -207x_1; \quad 0,12\ddot{x}_1 + 0,15\ddot{\phi}_3 = 5.$$

Разрешая систему относительно ускорения \ddot{x}_1 , получим уравнение относительно колебаний груза:

$$\ddot{x}_1 + 225x_1 = -4,35.$$

Решение линейного неоднородного дифференциального уравнения с постоянными коэффициентами представляется в виде суммы общего решения однородного уравнения и частного решения неоднородного: $x_1 = x_{\text{одн}} + x_{\text{частн}}$.

Общее решение однородного уравнения $x_{\text{одн}} = C_1 \sin kt + C_2 \cos kt$, где C_1, C_2 – произвольные постоянные; k – круговая частота собственных колебаний груза 1, $k = \sqrt{225} = 15$ рад/с. Частное решение неоднородного уравнения ищется в виде константы $x_{\text{част}} = b$. Подставив его в уравнение колебаний, получим: $b = -0,02$.

Таким образом, общее решение неоднородного уравнения

$$x_1(t) = C_1 \sin 15t + C_2 \cos 15t - 0,02.$$

Начальная координата x_{01} груза 1 определяется из условия, что в начальный момент времени при $t = 0$ груз находился в положении, при котором пружина была растянута относительно своего недеформированного состояния на расстояние $\Delta l_0 = 0,05$ м. Следовательно, $x_{01} = 0,05$. Подставляя значение начальной координаты в общее решение неоднородного уравнения при $t = 0$, получим: $C_2 = 0,07$.

Относительная скорость груза 1 в любой момент времени: $\dot{x}_1(t) = C_1 15 \cos 15t - C_2 15 \sin 15t$. По условию задачи начальная скорость груза 1

$\dot{x}_1(0) = 0$. После подстановки начального условия в выражение для скорости груза 1 получим: $C_1 = 0$.

Окончательно уравнение относительного движения груза 1:

$$x_1(t) = 0,07\cos 15t - 0,02 \text{ м.}$$

Найдём уравнение вращательного движения блока 3. Для этого в дифференциальное уравнение $0,12\ddot{x}_1 + 0,15\ddot{\varphi}_3 = 5$ подставим значение второй производной решения относительных колебаний груза 1. Получим:

$\ddot{\varphi}_3 = 33,33 + 12,6\cos 15t$. Полагая $\ddot{\varphi}_3 = \frac{d\omega_3}{dt}$, получим дифференциальное уравнение первого порядка:

$\frac{d\omega_3}{dt} = 33,33 + 12,6\cos 15t$, откуда найдём угловую скорость блока 3:

$$\omega_3 = 33,33t + 0,84\sin 15t + C_3.$$

Аналогично, положив $\omega_3 = \frac{d\varphi_3}{dt}$, найдём закон вращательного движения блока 3:

$$\varphi_3 = 16,665t^2 - 0,056\cos 15t + C_3t + C_4.$$

Начальные условия движения блока: при $t = 0$, $\varphi_3(0) = 0$, $\omega_3(0) = 0$. Подставляя начальные условия в уравнения движения, получим: $C_4 = 0,056$, $C_3 = 0$.

Окончательно уравнение вращательного движения блока 3:

$$\varphi_3 = 16,665t^2 - 0,056\cos 15t + 0,056.$$

Абсолютное движение s_1 груза 1 представляется суммой относительного и переносного движений:

$$s_1 = x_1 + S_C = x_1 + \frac{1}{2}R\varphi_3 = 2t^2 - 0,06\cos 15t - 0,01.$$

Упражнения

Упражнение 6.6. Каток весом $P_1 = 2P$, радиуса r , движущийся без проскальзывания по вертикальной стене, удерживается вертикальной пружиной жесткостью $C = 4P/r$, прикрепленной одним концом к центру катка, другим – к неподвижной поверхности (рис. 6.40). К нити, намотанной на барабан катка, подвешен груз 2 весом $P_2 = P$. На груз действует сила $F = P$, к катку приложена пара сил с моментом $M = Pr$.

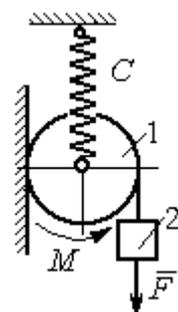


Рис. 6.40. Схема движения катка

Найти закон движения груза 2 и максимальное растяжение пружины, если движение системы началось из состояния покоя при недеформированной пружине.

Упражнение 6.7. Грузы 1 и 2 весом $P_1 = 20$ Н и $P_2 = 30$

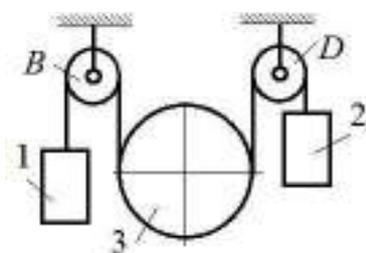


Рис. 6.41. Механическая система с двумя степенями свободы

Н привязаны к нерастяжимой нити. Нить переброшена через неподвижные блоки B и D и охватывает снизу подвижный блок 3 весом $P_3 = 40$ Н (рис. 6.41).

Определить ускорения грузов 1 и 2 и центра масс блока 3. Весом нити и неподвижных блоков B и D пренебречь.

Упражнение 6.8. Каток 1, радиуса r весом P катится по горизонтальной поверхности. К катку приложена пара сил с моментом $M = 2Pr$. Каток передает движение невесомой тележке (см. рис. 6.42). В кузове тележки находится каток 2 такого же радиуса r и веса P , который движется по горизонтальной поверхности кузова под действием силы $F = P$, приложенной в центре катка. Найти закон движения центра катка 2 относительно тележки, если движение системы началось из состояния покоя.

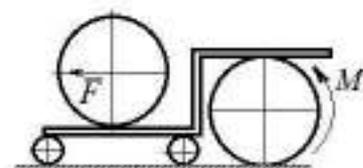


Рис. 6.42. Движение катка в кузове тележки

7. ОТВЕТЫ И КРАТКИЕ ПОЯСНЕНИЯ

7.1. Ответы к упражнениям главы 1

1.1

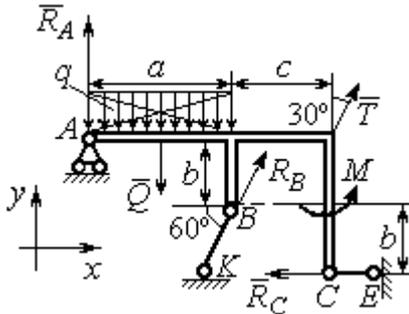


Рис. 7.1. Расчётная схема к упражнению 1.1

$$T = 15 \text{ кН}, \quad Q = 15 \text{ кН}.$$

$$R_B \cos 60^\circ + T \cos 60^\circ - R_C = 0;$$

$$R_A - Q + R_B \cos 30^\circ + T \cos 30^\circ = 0;$$

$$-Q \cdot \frac{a}{2} + R_B \cos 30^\circ \cdot a + R_B \cos 60^\circ \cdot b + T \cos 30^\circ \cdot (a + c) + M - R_C \cdot 2b = 0.$$

$$R_B = -3,8 \text{ кН}, \quad R_C = 5,6 \text{ кН}, \quad R_A = 5,3 \text{ кН}.$$

1.2

$$Q = 9 \text{ кН}, \quad T = 2 \text{ кН}.$$

$$X_A + T \cos 30^\circ + Q \cos 30^\circ = 0;$$

$$Y_A - Q \cos 60^\circ + R_B - T \cos 60^\circ - F = 0;$$

$$-Q \cdot \frac{c}{2} + R_B (b + c \cos 60^\circ) - F c \cos 60^\circ + M -$$

$$-T \cos 60^\circ (b + c \cos 60^\circ) - T \cos 30^\circ (a + c \sin 60^\circ) = 0.$$

$$R_B = 10,02 \text{ кН}, \quad X_A = -9,53 \text{ кН}, \quad Y_A = -0,52 \text{ кН}.$$

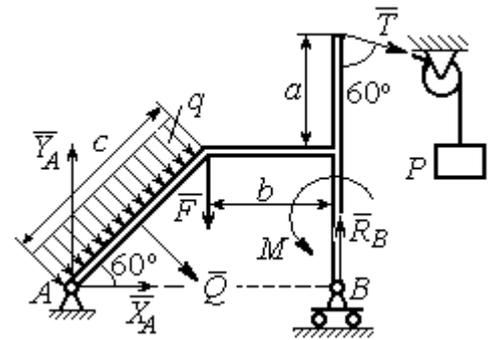


Рис. 7.2. Расчётная схема к упражнению 1.2

1.3

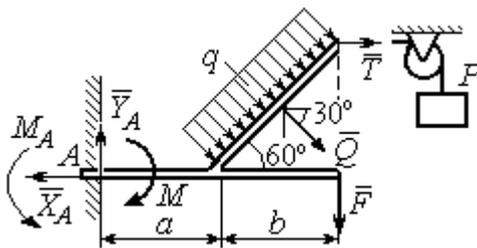


Рис. 7.3. Расчётная схема к упражнению 1.3

$$Q = 8 \text{ кН}, \quad T = 3 \text{ кН}.$$

$$-X_A + T + Q \cos 30^\circ = 0;$$

$$Y_A - Q \cos 60^\circ - F = 0;$$

$$-T 2b \cos 30^\circ - F(a + b) + M_A - M -$$

$$-Q \cos 60^\circ \left(a + \frac{b}{2} \right) - Q \cos 30^\circ (b \cos 30^\circ) = 0.$$

$$M_A = 18,61 \text{ кН} \cdot \text{м}, \quad X_A = 9,93 \text{ кН}, \quad Y_A = 6 \text{ кН}.$$

1.4

$$Q = 6,93 \text{ кН}, T = 2 \text{ кН}.$$

$$-X_B - T + Q\cos 30^\circ + F\cos 60^\circ = 0;$$

$$R_A - Q\cos 60^\circ + Y_B - F\cos 30^\circ = 0;$$

$$-\frac{Qa}{2\cos 30^\circ} + Y_B\left(b + \frac{a}{2\cos 30^\circ}\right) + Ta - F\cos 60^\circ -$$

$$-F\cos 30^\circ\left(b + \frac{a}{2\cos 30^\circ}\right) + M = 0.$$

$$R_A = 0,72 \text{ кН}, X_B = -5,5 \text{ кН}, Y_B = 5,34 \text{ кН}.$$

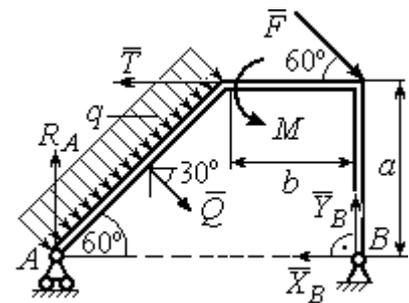


Рис.7.4. Расчётная схема к упражнению 1.4

1.5

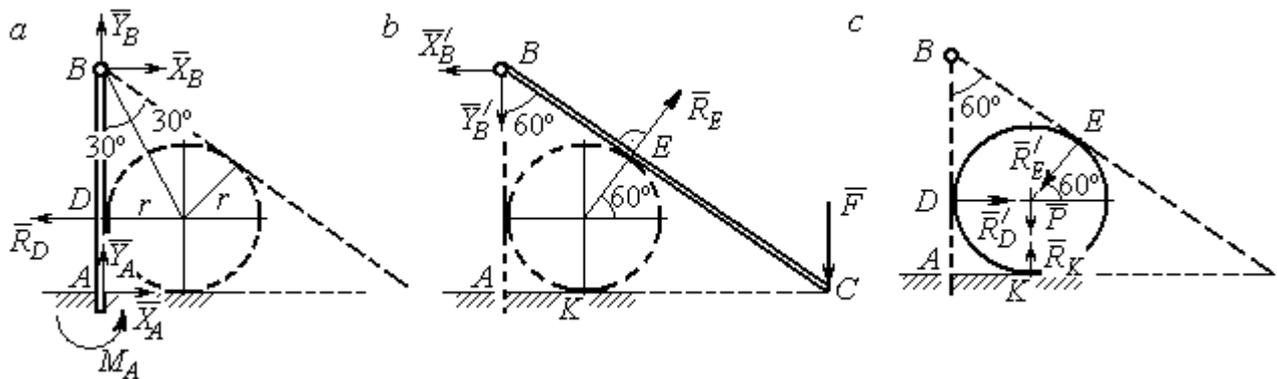


Рис. 7.5. Расчётные схемы к упражнению 1.5:

a – равновесие балки *AB*; *b* – равновесие балки *BC*; *c* – равновесие шара

$$X_B = X'_B, Y_B = Y'_B, R_D = R'_D, R_E = R'_E.$$

Балка *AB*. $AB = r + BD = r + r\text{ctg}30^\circ = 2,73 \text{ м}.$

$$X_A - R_D + X_B = 0, Y_A + Y_B = 0, M_A + R_D \cdot r - X_B \cdot AB = 0.$$

Балка *BC*. $BE = BD = 1,73 \text{ м}.$ $AC = BC\cos 30^\circ = 2AB\cos 30^\circ = 4,73 \text{ м}.$

$$R_E\cos 60^\circ - X'_B = 0, R_E\sin 60^\circ - Y'_B - F = 0, R_E \cdot BE - F \cdot AC = 0.$$

Шар.

$$R'_D - R'_E\cos 60^\circ = 0, R_K - P - R'_E\cos 30^\circ = 0.$$

$$R_E = 21,87 \text{ кН}, Y_B = 10,94 \text{ кН}, X_B = 10,94 \text{ кН}, R_D = 10,94 \text{ кН};$$

$$R_K = 20,94 \text{ кН}, X_A = 0, Y_A = -10,94 \text{ кН}, M_A = 18,93 \text{ кН}\cdot\text{м}.$$

1.6

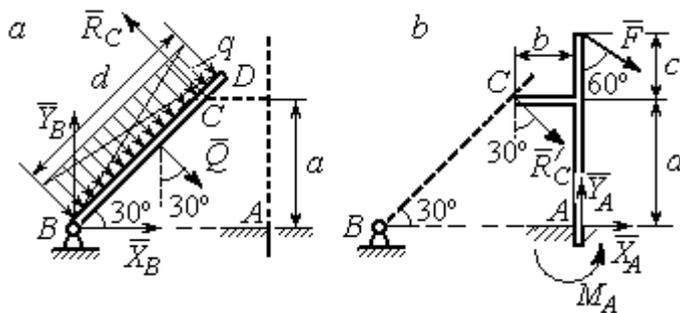


Рис. 7.6. Расчётные схемы к упражнению № 1.6:
 а – равновесие балки BD ; б – равновесие балки AC

Балка BD . $Q = 15$ кН.

$$X_B + Q \cos 60^\circ - R_C \cos 30^\circ = 0;$$

$$Y_B - Q \cos 30^\circ + R_C \cos 60^\circ = 0;$$

$$-Q \frac{d}{2} + R_C 2a = 0.$$

Балка AC . $R_C = R'_C$.

$$X_A + R'_C \cos 60^\circ + F \cos 30^\circ = 0, \quad Y_A - R'_C \cos 30^\circ - F \cos 60^\circ = 0;$$

$$M_A - R'_C \cos 60^\circ \cdot a + R'_C \cos 30^\circ \cdot b - F \cos 30^\circ (a + c) = 0.$$

$$X_B = 0,61 \text{ кН}, \quad Y_B = 8,3 \text{ кН}, \quad R_C = 9,37 \text{ кН};$$

$$X_A = -8,15 \text{ кН}, \quad Y_A = 10,11 \text{ кН}, \quad M_A = 11,65 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

1.7

Балка AB . $Q_1 = 6$ кН.

$$T = P = 3 \text{ кН}.$$

$$X_A + R_B - T \cos 60^\circ + F = 0;$$

$$Y_A - Q_1 - T \cos 30^\circ = 0;$$

$$M_A - R_B (b + c) \cos 30^\circ + Q_1 \frac{a}{2} +$$

$$+ T \cos 30^\circ a + T \cos 60^\circ c \cos 30^\circ -$$

$$- F [c + (b + c) \cos 30^\circ] = 0.$$

Балка DB . $Q_2 = 3$ кН. $R'_B = R_B$.

$$X_D - R'_B - Q_2 \cos 30^\circ = 0, \quad Y_D - Q_2 \cos 60^\circ = 0, \quad M + R'_B (b + c) \cos 30^\circ + Q_2 \frac{c}{2} = 0.$$

$$X_A = -1,49 \text{ кН}, \quad Y_A = 8,6 \text{ кН}, \quad M_A = 8,86 \text{ кН} \cdot \text{м}, \quad R_B = -1,01 \text{ кН};$$

$$X_D = 1,59 \text{ кН}, \quad Y_D = 1,5 \text{ кН}.$$

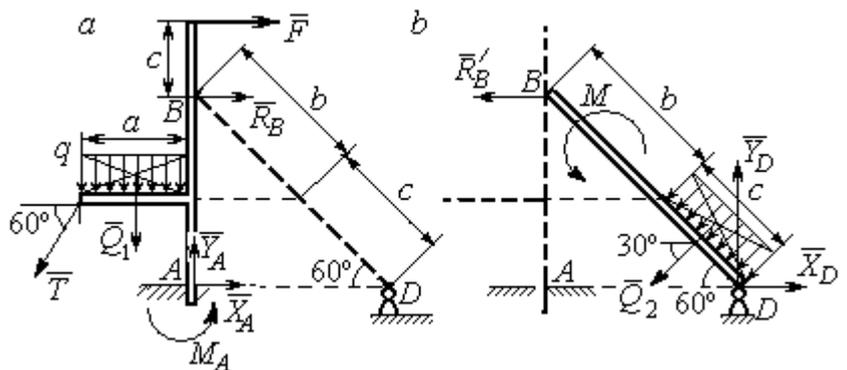


Рис. 7.7. Расчётные схемы к упражнению 1.7:
 а – равновесие балки AB ; б – равновесие балки BD

1.8

Шар.

$$R_B \cos 60^\circ - R_D \cos 60^\circ = 0;$$

$$R_B \cos 30^\circ + R_D \cos 30^\circ - P = 0.$$

Балка AC. $R'_B = R_B$.

$$X_A - R'_B \cos 60^\circ = 0;$$

$$Y_A - R'_B \cos 30^\circ + F = 0;$$

$$M_A - R'_B AB + F \cdot AC \cos 30^\circ = 0.$$

$$X_A = 2,89 \text{ кН}, Y_A = 0 \text{ кН}, M_A = -11,55 \text{ кН}\cdot\text{м}, R_B = 5,77 \text{ кН}, R_D = 5,77 \text{ кН}.$$

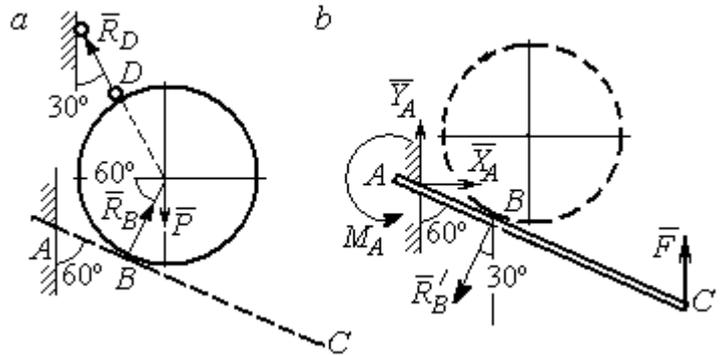


Рис. 7.8. Расчётные схемы к упражнению 1.8:
a – равновесие шара; b – равновесие балки AC

1.9

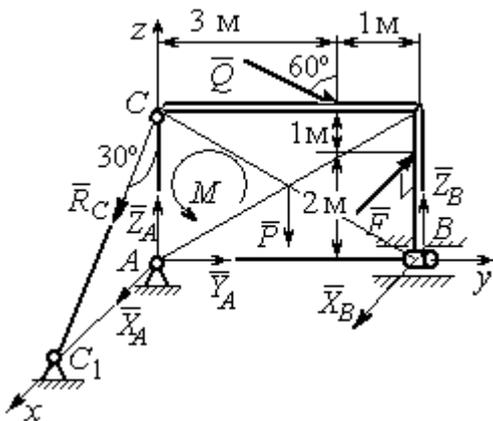


Рис. 7.9. Расчётная схема
к упражнению 1.9

$$X_A + R_C \cos 60^\circ + X_B - F = 0;$$

$$Y_A + Q \cos 30^\circ = 0;$$

$$Z_A - R_C \cos 30^\circ - Q \cos 60^\circ + Z_B - P = 0;$$

$$M - Q \cos 60^\circ \cdot 3 - Q \cos 30^\circ \cdot 3 + Z_B \cdot 4 - P \cdot 2 = 0;$$

$$R_C \cos 60^\circ \cdot 3 - F \cdot 2 = 0, -X_B \cdot 4 + F \cdot 4 = 0.$$

$$X_A = 5,34 \text{ кН}, Y_A = 2,6 \text{ кН};$$

$$Z_A = 8,92 \text{ кН}, R_C = 10,67 \text{ кН};$$

$$X_B = 8 \text{ кН}, Z_B = 3,82 \text{ кН}.$$

1.10

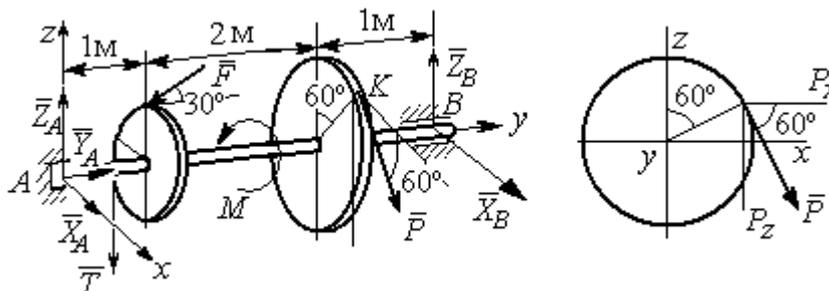


Рис. 7.10. Расчётные схемы к упражнению 1.10

$$T = Q = 3 \text{ кН.}$$

$$X_A + P\cos 60^\circ + X_B = 0, \quad Y_A - F\cos 30^\circ = 0;$$

$$Z_A - F\cos 60^\circ - P\cos 30^\circ - T + Z_B = 0.$$

$$-T \cdot 1 - F\cos 60^\circ \cdot 1 + F\cos 30^\circ \cdot r - P\cos 30^\circ \cdot 3 + Z_B \cdot 4 = 0;$$

$$-Tr + PR - M = 0, \quad -P\cos 60^\circ \cdot 3 + X_B \cdot 4 = 0.$$

$$X_A = 5,6 \text{ кН}, \quad Y_A = 3,46 \text{ кН}, \quad Z_A = 5,48 \text{ кН}, \quad P = 6,4 \text{ кН}, \quad X_B = 2,4 \text{ кН}, \quad Z_B = 5,06 \text{ кН}.$$

1.11

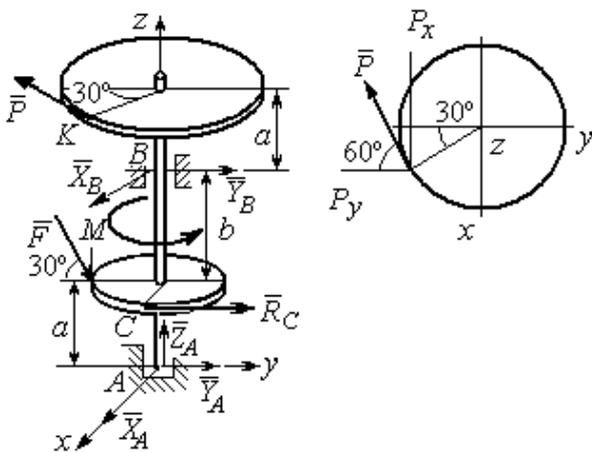


Рис. 7.11. Расчётные схемы к упражнению 1.11

$$R_C = Q = 3 \text{ кН.}$$

$$X_A + X_B - P\cos 30^\circ = 0;$$

$$Y_A + Y_B - P\cos 60^\circ + R_C + F\cos 30^\circ = 0;$$

$$Z_A - F\cos 60^\circ = 0;$$

$$-Y_B(a+b) + P\cos 60^\circ(2a+b) - R_C a -$$

$$F\cos 30^\circ \cdot a + F\cos 60^\circ \cdot r = 0;$$

$$X_B(a+b) - P\cos 30^\circ(2a+b) = 0;$$

$$-PR + R_C r + M = 0.$$

$$X_A = -1,85 \text{ кН}, \quad Y_A = -5,64 \text{ кН}, \quad Z_A = 2 \text{ кН}, \quad P = 6,4 \text{ кН}, \quad X_B = 7,39 \text{ кН}, \quad Y_B = 2,38 \text{ кН}.$$

1.12

$$T = Q = 3 \text{ кН.}$$

$$X_A + T + X_D = 0; \quad Y_A - F + P\cos 60^\circ = 0,$$

$$Z_A + Z_D + P\cos 30^\circ = 0;$$

$$F\sin 30^\circ + Z_D(b+2a) + P(2b+2a)\cos 30^\circ = 0;$$

$$T\sin 30^\circ - P\cos 30^\circ + M = 0;$$

$$-Ta - X_D(b+2a) + P\cos 60^\circ + F\cos 30^\circ = 0.$$

$$X_A = 0,8 \text{ кН}, \quad Y_A = 2,56 \text{ кН}, \quad Z_A = 1,3 \text{ кН};$$

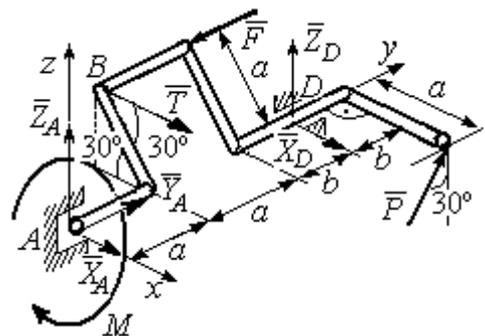


Рис. 7.12. Расчётная схема к упражнению 1.12

$$P = 2,89 \text{ кН}, X_D = 0,76 \text{ кН}, Z_D = -3,80 \text{ кН}.$$

1.13

Минимальный вес груза P :

$$T_{\min} + F_{\text{тр}A} - N_B = 0;$$

$$F_{\text{тр}B} + N_A - Q = 0;$$

$$F_{\text{тр}B} \cdot AB \sin 30^\circ + N_B \cdot AB \cos 30^\circ - Q \cdot AC \sin 30^\circ = 0$$

Максимальный вес груза P :

$$T_{\max} - F_{\text{тр}A} - N_B = 0;$$

$$-F_{\text{тр}B} + N_A - Q = 0;$$

$$-F_{\text{тр}B} \cdot AB \sin 30^\circ + N_B \cdot AB \cos 30^\circ - Q \cdot AC \sin 30^\circ = 0;$$

$$F_{\text{тр}A} = f N_A, F_{\text{тр}B} = f N_B.$$

$$T_{\min} = 31,77 \text{ Н} < P < T_{\max} = 130,51 \text{ Н}.$$

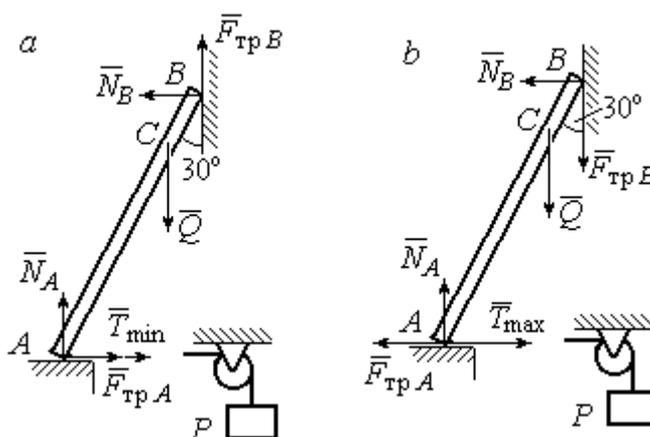


Рис. 7.13. Расчётные схемы к упражнению 1.13:
 а – расчёт минимального веса груза;
 б – расчёт максимального веса груза

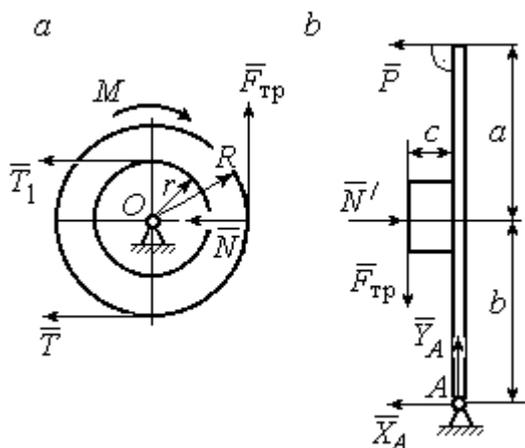


Рис. 7.14. Расчётные схемы к упражнению 1.14:

а – равновесие шкива; б – равновесие рычага

1.14

Шкив. $T = T_1 = Q$.

$$T \cdot R - T_1 r + M - F_{\text{тр}} R = 0.$$

$$F_{\text{тр}} = 266,67 \text{ Н};$$

$$N = \frac{F_{\text{тр}}}{f} = 666,67 \text{ Н}.$$

Рычаг. $N = N'$. $F_{\text{тр}} = F'_{\text{тр}}$.

$$P(a + b) - N' \cdot b + F'_{\text{тр}} c = 0.$$

$$P = 320 \text{ Н}.$$

$$-X_A - P + N' = 0;$$

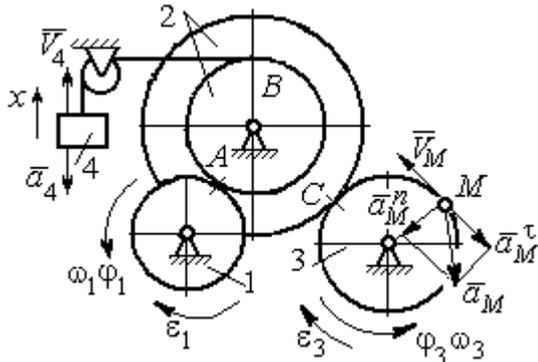
$$Y_A - F'_{\text{тр}} = 0.$$

$$X_A = 346,67 \text{ Н}, Y_A = 266,67 \text{ Н}.$$

7.2. Ответы к упражнениям главы 2

2.1

$$\omega_{1z} = \dot{\varphi}_1 = 3 + \pi \cos \frac{\pi t}{2}, \quad \omega_1(1) = |\omega_{1z}(1)| = 3 \text{ рад/с.}$$



$$\omega_{3z} = \omega_{1z} \frac{R_1 R_2}{r_2 R_3} = \left(3 + \pi \cos \frac{\pi t}{2} \right) \frac{4}{3};$$

$$\omega_3(1) = |\omega_{3z}(1)| = 4 \text{ рад/с.}$$

$$V_M(1) = \omega_3(1) R_3 = 40 \text{ см/с.}$$

$$\varepsilon_{3z} = \dot{\omega}_{3z} = -\frac{2\pi^2}{3} \sin \frac{\pi t}{2}, \quad \varepsilon_{3z}(1) = -\frac{2\pi^2}{3};$$

$$\varepsilon_3(1) = |\varepsilon_{3z}(1)| = \frac{2\pi^2}{3} = 6,58 \text{ рад/с}^2.$$

Рис. 7.15. Расчётная схема к упражнению 2.1

$$\bar{a}_M = \bar{a}_M^n + \bar{a}_M^\tau, \quad a_M^n(1) = \omega_3^2(1) R_3 = 160 \text{ см/с}^2, \quad a_M^\tau(1) = \varepsilon_3(1) R_3 = 65,8 \text{ см/с}^2.$$

$$a_M(1) = 173 \text{ см/с}^2.$$

$$V_{4x} = V_A = \omega_{1z} R_1 = \left(3 + \pi \cos \frac{\pi t}{2} \right) 8; \quad V_4(1) = |V_{4x}(1)| = 24 \text{ см/с.}$$

$$\dot{V}_{4x} = -4\pi^2 \sin \frac{\pi t}{2}, \quad \dot{V}_{4x}(1) = -4\pi^2; \quad a_4(1) = |\dot{V}_{4x}(1)| = 39,48 \text{ см/с}^2.$$

2.2

$$V_{4x} = \dot{x}_4 = 1 - \frac{\pi}{3} \cos \frac{\pi t}{3} - \frac{\pi}{3} \sin \frac{\pi t}{3};$$

$$V_{4x}(3) = 2,05 \text{ м/с}, \quad V_4 = |V_{4x}(3)|$$

$$\omega_{3z} = \frac{V_{4x}}{r_3} = \frac{1}{r_3} \left(1 - \frac{\pi}{3} \cos \frac{\pi t}{3} - \frac{\pi}{3} \sin \frac{\pi t}{3} \right);$$

$$\omega_{3z}(3) = 6,83 \text{ рад/с}; \quad \omega_3 = |\omega_{3z}(3)|.$$

$$\varepsilon_{3z} = \dot{\omega}_{3z} = \frac{1}{r_3} \left(\frac{\pi^2}{9} \sin \frac{\pi t}{3} - \frac{\pi^2}{9} \cos \frac{\pi t}{3} \right).$$

$$\varepsilon_{3z}(3) = 3,65 \text{ рад/с}^2; \quad \varepsilon_3 = |\varepsilon_{3z}(3)|.$$

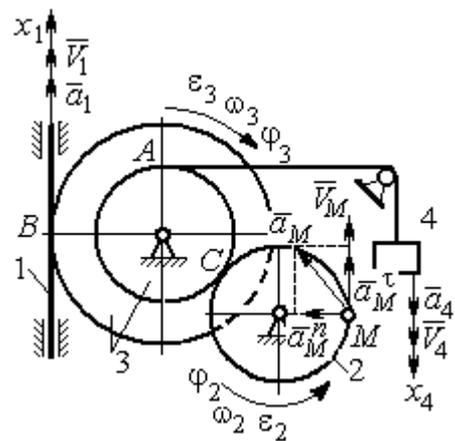


Рис. 7.16. Расчётная схема к упражнению 2.2

$$\frac{\omega_3}{\omega_2} = \frac{R_2}{r_3}; \quad \omega_2 = \omega_3 \frac{r_3}{R_2} = 10,25 \text{ рад/с}; \quad V_M = \omega_2 R_2 = 2,05 \text{ м/с}.$$

$$\frac{\varepsilon_3}{\varepsilon_2} = \frac{R_2}{r_3}; \quad \varepsilon_2 = \varepsilon_3 \frac{r_3}{R_2} = 5,47 \text{ рад/с}^2.$$

$$a_M^n = \omega_2^2 R_2 = 20,4 \text{ м/с}^2; \quad a_M^\tau = \varepsilon_2 R_2 = 1,09 \text{ м/с}^2.$$

$$a_M = \sqrt{(a_M^n)^2 + (a_M^\tau)^2} = 20,43 \text{ м/с}^2.$$

$$V_1 = \omega_3 R_3 = 2,73 \text{ м/с}; \quad a_1 = \dot{V}_1 = \dot{\omega}_3 R_3 = \varepsilon_3 R_3 = 2,19 \text{ м/с}^2.$$

2.3

$$BP_2 = BC \cos 30^\circ = 4,33 \text{ см}; \quad CP_2 = 2,5 \text{ см}.$$

$$\omega_{BC} = \frac{V_B}{BP_2} = 1,15 \text{ рад/с}; \quad V_C = \omega_{BC} CP_2 = 2,87 \text{ см/с};$$

$$\omega_1 = \frac{V_C}{CP_1} = 0,72 \text{ рад/с}; \quad EP_1 = 2R_1 \cos 30^\circ = 3,46 \text{ см};$$

$$V_E = \omega_1 EP_1 = 2,49 \text{ см/с}; \quad EP_3 = 2AE \cos 30^\circ = 10,39 \text{ см};$$

$$\omega_{AE} = \frac{V_E}{EP_3} = 0,24 \text{ рад/с}; \quad EA = AP_3;$$

$$V_A = \omega_{AE} AP_3 = 1,44 \text{ см/с}, \quad \omega_{AO} = \frac{V_A}{AO} = 0,24 \text{ рад/с}.$$

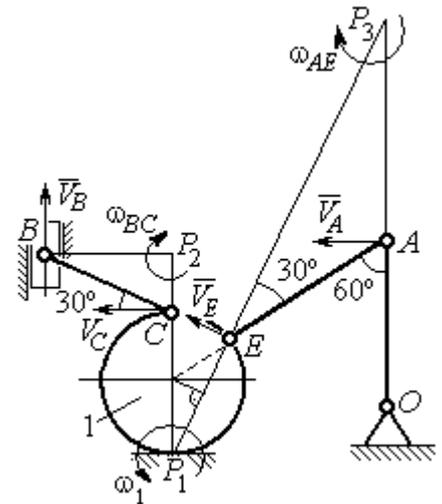


Рис. 7.17. Расчётная схема к упражнению 2.3

2.4

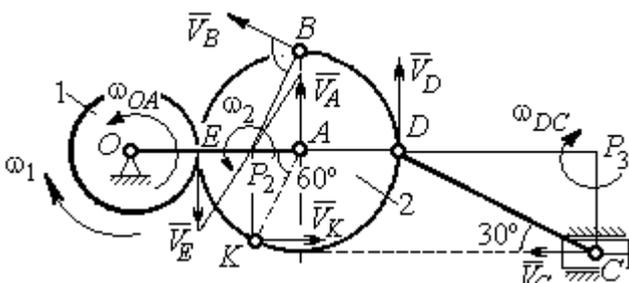


Рис. 7.18. Расчётная схема к упражнению 2.4

E – точка касания дисков.

$$V_E = \omega_1 r_1 = 18 \text{ см/с}.$$

$$V_A = \omega_{OA} (r_1 + r_2) = 18 \text{ см/с}.$$

$$EP_2 = P_2 A = 3 \text{ см}, \quad \omega_2 = \frac{V_E}{EP_2} = 6 \text{ рад/с}.$$

$$V_K = \omega_2 P_2 K = 31,18 \text{ см/с}.$$

$$V_B = \omega_2 P_2 B = 40,25 \text{ см/с}; \quad V_D = \omega_2 P_2 D = 54 \text{ см/с}.$$

$$DC = 2r_2, \omega_{DC} = \frac{V_D}{DP_3} = 5,197 \text{ рад/с}; V_C \cos 30^\circ = V_D \cos 60^\circ, V_C = 31,18 \text{ см/с}.$$

2.5

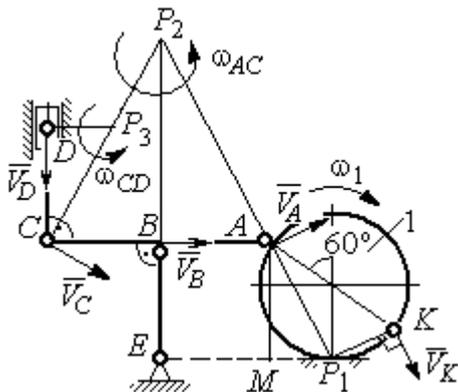


Рис. 7. 19. Расчётная схема к упражнению 2.5.

$$BE = 1,5R_1; R_1 = 2,67 \text{ см}.$$

$$KP_1 = R_1; \omega_1 = \frac{V_K}{KP_1} = 0,75 \text{ рад/с}.$$

$$AP_1 = \frac{AM}{\cos 30^\circ} = 4,62 \text{ см}; V_A = \omega_1 P_1 A = 3,46 \text{ см/с}.$$

$$AP_2 = 2AB = 8 \text{ см}; \omega_{AC} = \frac{V_A}{AP_2} = 0,43 \text{ рад/с}.$$

$$V_B \cos 0^\circ = V_A \cos 30^\circ; V_B = 2,99 \text{ см/с}.$$

$$\omega_{BE} = \frac{V_B}{BE} = 0,75 \text{ рад/с}; V_C = V_A = 3,46 \text{ см/с}; CP_3 = \frac{DC}{\cos 30^\circ} = 4,62 \text{ см};$$

$$\omega_{CD} = \frac{V_C}{CP_3} = 0,75 \text{ рад/с}; V_D \cos 0^\circ = V_C \cos 60^\circ; V_D = 1,73 \text{ см/с}.$$

2.6

$$V_A = \omega_{OA} \cdot OA = 12 \text{ см/с}; \omega_{AD} = 0, V_D = V_A.$$

$$\omega_{O_1C} = \frac{V_D}{DO_1} = 3 \text{ рад/с};$$

$$V_C = \omega_{O_1C} \cdot O_1C = 48 \text{ см/с}.$$

$$CB = CP = 16 \text{ см}; \omega_{CB} = \omega_{CL} = \frac{V_C}{CP} = 3 \text{ рад/с}.$$

$$PL = \frac{CP}{\cos 30^\circ} = 18,48 \text{ см}; PB = 2BC \cos 30^\circ.$$

$$V_L = \omega_{CL} \cdot PL = 55,44 \text{ см/с};$$

$$V_B = \omega_{CB} \cdot PB = 83,13 \text{ см/с}.$$

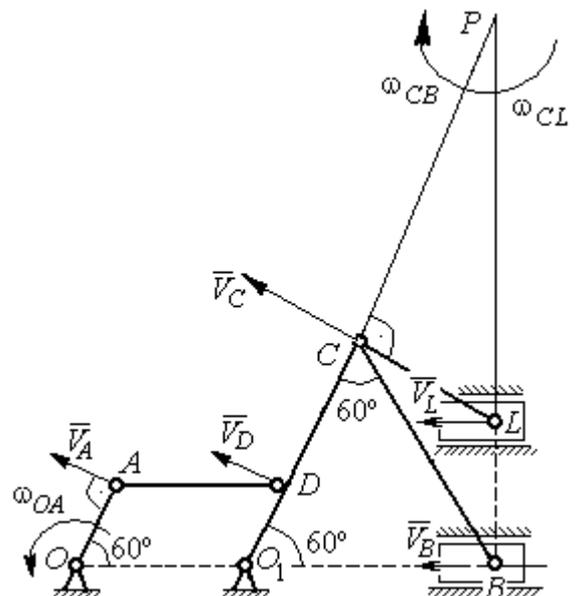


Рис. 7.20. Расчётная схема к упражнению 2.6.

2.7

$$V_D = \omega_1 R_1 = 30 \text{ см/с}; \quad V_A = \omega_{OA} \cdot OA = 15 \text{ см/с}.$$

$$\omega_2 = \frac{V_A}{AP_2} = 3 \text{ рад/с}.$$

$$V_B = \omega_2 \cdot P_2B = 21,21 \text{ см/с}.$$

$$V_C \cos 0^\circ = V_B \cos 45^\circ; \quad V_C = 15 \text{ см/с}.$$

$$CP_3 = CB; \quad \omega_{BC} = \frac{V_C}{CP_3} = 1,87 \text{ рад/с}.$$

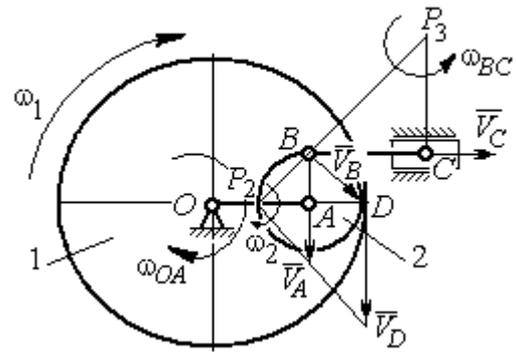


Рис. 7.21. Расчётная схема к упражнению 2.7

2.8

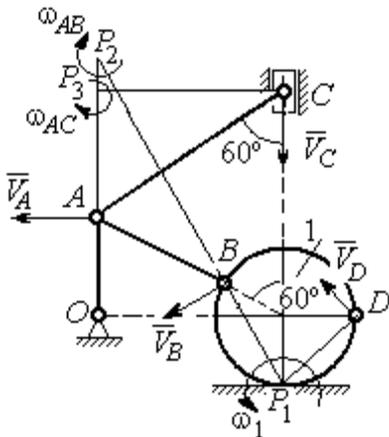


Рис. 7.22. Расчётная схема к упражнению 2.8

$$AC = AB + R_1 = 12 \text{ см}; \quad CP_3 = AC \cos 30^\circ = 10,39 \text{ см}.$$

$$\omega_{AC} = \frac{V_C}{CP_3} = 0,48 \text{ рад/с}; \quad V_A = \omega_{AC} \cdot AP_3 = 2,89 \text{ см/с}.$$

$$AB = AP_2; \quad \omega_{AB} = \frac{V_A}{AP_2} = 0,29 \text{ рад/с}.$$

$$BP_2 = 2AB \cos 30^\circ = 17,32 \text{ см}.$$

$$V_B = \omega_{AB} BP_2 = 5,02 \text{ см/с}.$$

$$OA = (AB + R_1) \sin 30^\circ = 6 \text{ см}; \quad \omega_{OA} = \frac{V_A}{AO} = 0,48 \text{ рад/с}.$$

$$BP_1 = 2R_1 \cos 30^\circ = 3,46 \text{ см}; \quad \omega_1 = \frac{V_B}{BP_1} = 1,45 \text{ рад/с}.$$

$$DP_1 = R_1 \sqrt{2} = 2,82 \text{ см}; \quad V_D = \omega_1 DP_1 = 4,09 \text{ см/с}.$$

2.9

$$V_A = \omega_{OA} OA = 12 \text{ см/с}; \quad AP = 2AB = 2BC \cdot \operatorname{tg} 60^\circ = 27,71 \text{ см}.$$

$$\omega_{AB} = \frac{V_A}{AP} = 0,43 \text{ рад/с}; \quad V_B \cos 0^\circ = V_A \cos 30^\circ; \quad V_B = 10,38 \text{ см/с}.$$

$$\omega_{BC} = \frac{V_B}{BC} = 1,29 \text{ рад/с}.$$

$$\bar{a}_B = \bar{a}_A + \bar{a}_{BA}^n + \bar{a}_{BA}^\tau; \quad \bar{a}_B = \bar{a}_C + \bar{a}_{BC}^n + \bar{a}_{BC}^\tau, \quad a_C = 0.$$

$$\bar{a}_A = \bar{a}_O + \bar{a}_{AO}^n + \bar{a}_{AO}^\tau, a_O = 0.$$

$$\bar{a}_{BC}^n + \bar{a}_{BC}^\tau = \bar{a}_{AO}^n + \bar{a}_{AO}^\tau + \bar{a}_{BA}^n + \bar{a}_{BA}^\tau. \text{ Найти } a_{BC}^\tau$$

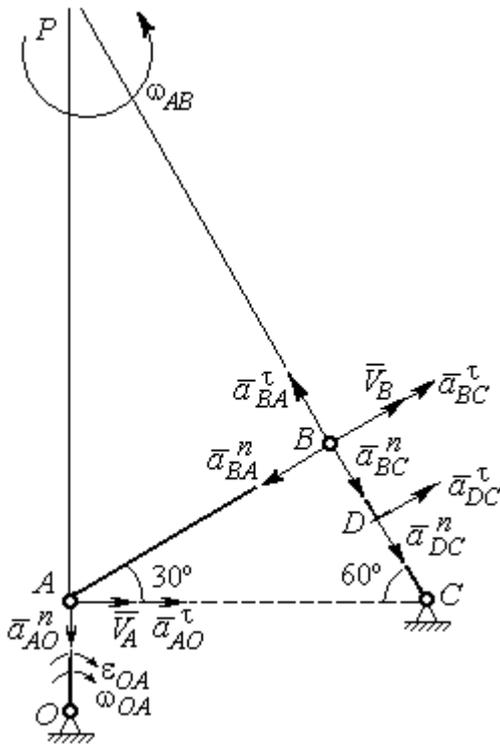


Рис. 7.23. Расчётная схема к упражнению 2.9

$$a_{AO}^n = \omega_{AO}^2 \cdot AO = 36 \text{ см/с}^2;$$

$$a_{AO}^\tau = \varepsilon_{AO} \cdot AO = 8 \text{ см/с}^2;$$

$$AB = BC \cdot \operatorname{tg}60^\circ = 13,86 \text{ см.}$$

$$a_{BA}^n = \omega_{AB}^2 \cdot AB = 2,56 \text{ см/с}^2; a_{AB}^\tau = \varepsilon_{AB} AB.$$

$$a_{BC}^n = \omega_{BC}^2 \cdot BC = 13,31 \text{ см/с}^2; a_{BC}^\tau = \varepsilon_{BC} BC.$$

Проекция на AB:

$$a_{BC}^\tau = -a_{AO}^n \cos 60^\circ + a_{AO}^\tau \cos 30^\circ - a_{BA}^n = 13,63 \text{ см/с}^2.$$

$$\varepsilon_{BC} = \frac{|a_{BC}^\tau|}{BC} = 1,7 \text{ рад/с}^2.$$

$$\bar{a}_D = \bar{a}_{DC}^n + \bar{a}_{DC}^\tau.$$

$$a_{DC}^n = \omega_{BC}^2 \cdot DC = 6,65 \text{ см/с}^2; a_{DC}^\tau = \varepsilon_{BC} \cdot DC = 6,8 \text{ см/с}^2.$$

$$a_D = \sqrt{(a_{DC}^n)^2 + (a_{DC}^\tau)^2} = 9,51 \text{ см/с}^2.$$

2.10

$$V_A = \omega_1 r_1 = 12 \text{ см/с}; P_2 A = \frac{1}{2} BC = 5 \text{ см.}$$

$$\omega_{AB} = \frac{V_A}{P_2 A} = 2,4 \text{ рад/с.}$$

$$V_B \cos 30^\circ = V_A \cos 60^\circ; V_B = 6,93 \text{ см/с.}$$

$$P_3 B = BC \cos 30^\circ = 8,66 \text{ см;}$$

$$\omega_{BC} = \frac{V_B}{P_3 B} = 0,8 \text{ рад/с.}$$

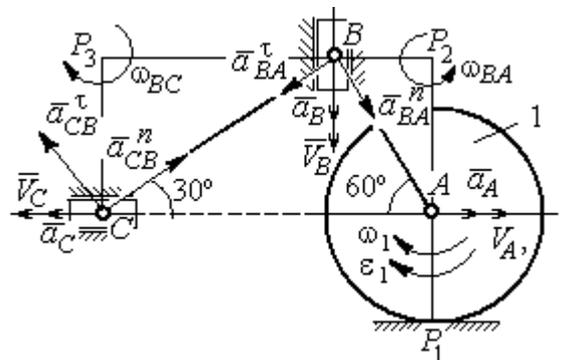


Рис. 7.24. Расчётная схема к упражнению 2.10

$$\bar{a}_B = \bar{a}_A + \bar{a}_{BA}^n + \bar{a}_{BA}^\tau. \text{ Найти } a_B.$$

Проекция на BA : $a_B \cos 30^\circ = a_A \cos 60^\circ + a_{BA}^n$.

$$a_A = a_A^\tau = \varepsilon_1 r_1 = 8 \text{ см/с}^2; \quad AB = BC \operatorname{tg} 30^\circ = 5,77 \text{ см.}$$

$$a_{BA}^n = \omega_{BA}^2 \cdot BA = 33,23 \text{ см/с}^2; \quad a_B = 43,03 \text{ см/с}^2.$$

$$\bar{a}_C = \bar{a}_B + \bar{a}_{CB}^n + \bar{a}_{CB}^\tau.$$

Проекция на BC : $a_C \cos 60^\circ = a_B \cos 60^\circ - a_{CB}^n$,

$$a_{CB}^n = \omega_{CB}^2 \cdot CB = 6,4 \text{ см/с}^2; \quad a_C = a_B - 2a_{CB}^n = 30,23 \text{ см/с}^2.$$

7.3. Ответы к упражнениям главы 3

3.1

$$CM_1 = S_r(1) = \frac{40}{3} \sin \frac{\pi}{3} = 11,55 \text{ см.}$$

Так как $CM_1 \cos 30^\circ = 10 \text{ см} = R$, то точка M_1 лежит на вертикальном диаметре.

$$V_r = \dot{S}_r = \frac{40\pi}{9} \cos \frac{\pi t}{3}; \quad V_r(1) = 6,98 \text{ см/с.}$$

$$\omega_e(1) = 0,5 \text{ рад/с}; \quad OM_1 = R - \frac{1}{2} CM_1 = 4,23 \text{ см.}$$

$$V_e = \omega_e OM_1; \quad V_e(1) = 2,12 \text{ см/с.}$$

$$\bar{V}_M = \bar{V}_e + \bar{V}_r.$$

$$V_{Mx} = V_e - V_r \cos 30^\circ = -3,93 \text{ м/с}; \quad V_{My} = -V_r \cos 60^\circ = -3,49 \text{ м/с};$$

$$V_M = \sqrt{(V_{Mx})^2 + (V_{My})^2} = 5,26 \text{ см/с.}$$

$$\bar{a}_M = \bar{a}_e + \bar{a}_r + \bar{a}_k.$$

$$\bar{a}_e = \bar{a}_e^n + \bar{a}_e^\tau, \quad a_e^n = \omega_e^2 OM_1; \quad a_e^n(1) = 1,06 \text{ см/с}^2.$$

$$\dot{\omega}_e = -\frac{\pi}{3} \sin \frac{\pi t}{3}, \quad \dot{\omega}_e(1) = -0,91 \text{ рад/с}^2; \quad \varepsilon_e = |\dot{\omega}_e(1)| = 0,91 \text{ рад/с}^2,$$

$$a_e^\tau(1) = \varepsilon_e \cdot OM_1 = 3,85 \text{ см/с}^2.$$

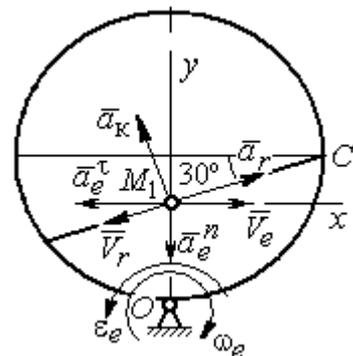


Рис. 7.25. Расчётная схема к упражнению 3.1

$$\dot{V}_r = -\frac{40\pi^2}{27} \sin \frac{\pi t}{3}, \quad \dot{V}_r(1) = -12,66; \quad a_r = |\dot{V}_r(1)| = 12,66 \text{ см/с}^2$$

$$a_k = 2|\omega_e| \cdot |V_r|; \quad a_k(1) = 6,98 \text{ см/с}^2.$$

$$\bar{a}_M = \bar{a}_e^n + \bar{a}_e^\tau + \bar{a}_r + \bar{a}_k.$$

$$a_{Mx} = -a_e^\tau + a_r \cos 30^\circ - a_k \cos 60^\circ = 3,62 \text{ см/с}^2;$$

$$a_{My} = -a_e^n + a_r \cos 60^\circ + a_k \cos 30^\circ = 11,31 \text{ см/с}^2.$$

$$a_M = \sqrt{(a_{Mx})^2 + (a_{My})^2} = 11,87 \text{ см/с}^2.$$

3.2

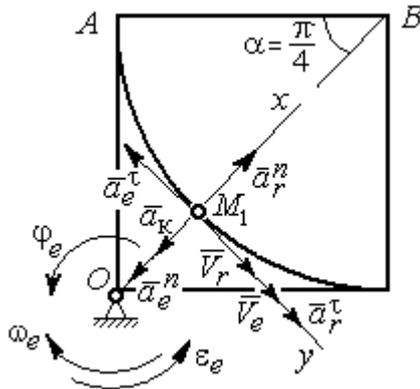


Рис. 7.26. Расчётная схема к упражнению 3.2

Положение M_1 :

$$\alpha = \frac{S_r(1)}{R} = \frac{\pi}{4}; \quad OM_1 = 8,28 \text{ см.}$$

$$\dot{S}_r = 10\pi t; \quad V_r = |\dot{S}_r(1)| = 31,42 \text{ см/с.}$$

$$\dot{\phi}_e = 2t - 5,$$

$$\dot{\phi}_e(1) = -3 \text{ рад/с}, \quad \omega_e = |\dot{\phi}_e(1)| = 3 \text{ рад/с.}$$

$$V_e = \omega_e \cdot OM_1 = 24,6 \text{ см/с.}$$

$$\bar{V}_M = \bar{V}_e + \bar{V}_r \cdot V_{Mx} = V_e + V_r = 56,02 \text{ см/с};$$

$$V_{My} = 0; \quad V_M = 56,02 \text{ см/с.}$$

$$\bar{a}_M = \bar{a}_e + \bar{a}_r + \bar{a}_k = \bar{a}_e^n + \bar{a}_e^\tau + \bar{a}_r^n + \bar{a}_r^\tau + \bar{a}_k.$$

$$\bar{a}_e = \bar{a}_e^n + \bar{a}_e^\tau \cdot a_e^n = \omega_e^2 \cdot OM_1 = 74,52 \text{ см/с}^2;$$

$$\dot{\omega}_e = 2 \text{ рад/с}^2; \quad \epsilon_e = |\dot{\omega}_e|; \quad a_e^\tau(1) = \epsilon_e OM_1 = 16,56 \text{ см/с}^2;$$

$$\bar{a}_r = \bar{a}_r^n + \bar{a}_r^\tau \cdot \dot{V}_r = 10\pi; \quad a_r^\tau = |\dot{V}_r| = 10\pi = 31,42 \text{ см/с}^2;$$

$$a_r^n(1) = \frac{V_r^2}{R} = 49,36 \text{ см/с}^2; \quad a_k = 2|\omega_e| \cdot |V_r|; \quad a_k(1) = 62,84 \text{ см/с}^2.$$

$$a_{Mx} = -a_e^n + a_r^n - a_k = -88 \text{ см/с}^2; \quad a_{My} = -a_e^\tau + a_r^\tau = 14,86 \text{ см/с}^2.$$

$$a_M = \sqrt{(a_{Mx})^2 + (a_{My})^2} = 89,24 \text{ см/с}^2.$$

7.4. Ответы к упражнениям главы 4

4.1

$$m\ddot{x} = F - P\cos 60^\circ - F_{\text{тр}}, \quad m\ddot{y} = N - P\cos 30^\circ = 0.$$

$$F_{\text{тр}} = fN = fmg\cos 30^\circ;$$

$$\ddot{x} = \frac{1}{2}kt - 3,4, \quad \dot{x} = \frac{1}{4}kt^2 - 3,4t + V_0;$$

$$x = \frac{1}{12}kt^3 - 1,7t^2 + V_0t.$$

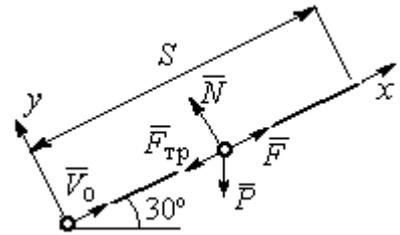


Рис. 7.27. Расчётная схема к упражнению 4.1

Конечные условия: $t = 2$ с; $x = S = 2$ м; $V = 2V_0$.

$$V_0 = k - 6,8; \quad 1 = \frac{1}{3}k - 3,4 + V_0.$$

$$k = 8,4; \quad V_0 = 1,6 \text{ м/с.}$$

4.2

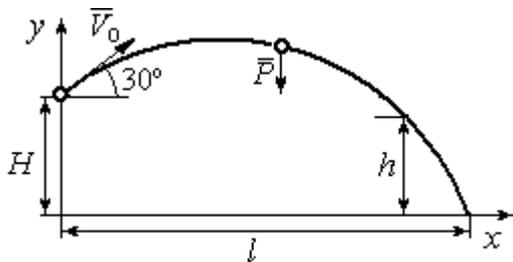


Рис. 7.28. Расчётная схема к упражнению 4.2

Уравнения движения точки:

$$m\ddot{x} = 0; \quad \dot{x} = V_0\cos 30^\circ; \quad x = V_0t\cos 30^\circ.$$

$$m\ddot{y} = -P; \quad \dot{y} = -gt + V_0\cos 60^\circ;$$

$$y = -\frac{1}{2}gt^2 + V_0t\cos 60^\circ + H.$$

Краевое условие пролёта высоты h :

$$t = 1 \text{ с}; \quad y = h = 7 \text{ м.}$$

Подставляя крайевые условия в уравнение движения, находим: $V_0 = 3,81$ м/с.

Краевое условие падения точки:

$$t = t_{\text{пад}}; \quad x = l; \quad y = 0.$$

Подстановка в уравнения движения условия приводит к системе:

$$l = V_0t_{\text{пад}}\cos 30^\circ; \quad 0 = -\frac{1}{2}gt_{\text{пад}}^2 + V_0t_{\text{пад}}\cos 60^\circ + H.$$

$$\text{Находим: } t_{\text{пад}} = 1,64 \text{ с}; \quad l = 5,41 \text{ м.}$$

4.3

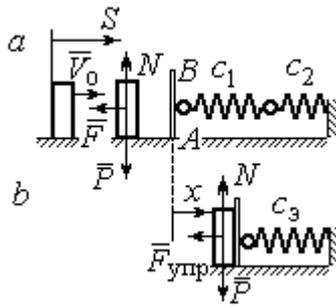


Рис. 7.29. Расчётная схема к упражнению 4.3:
 а – движение груза до начала колебаний; б – колебания груза

Уравнение движения груза (рис. 7.29, а):

$$m\ddot{S} = -F = -k\dot{S}.$$

Начальные условия: $t = 0$; $S = 0$; $\dot{S} = V_0$.

$$\text{Решение: } S = \frac{mV_0}{k} \left(1 - e^{-\frac{k}{m}t} \right) = 6(1 - e^{-t}) \text{ м.}$$

$$\text{Скорость груза: } \dot{S} = 6e^{-t}.$$

Скорость груза в момент соединения с

$$\text{площадкой } AB: V_1 = \dot{S}(1) = 0,21 \text{ м/с.}$$

Уравнение колебаний груза на эквивалентной пружине (рис. 7.29, б):

$$m\ddot{x} = -F_{\text{упр}} = -c_3x; \quad c_3 = \frac{c_1c_2}{c_1 + c_2} = 30 \text{ Н/м.}$$

Начальные условия движения: $t = 0$; $x = 0$; $\dot{x} = V_1$.

Общий вид решения: $x = C_1 \cos \omega t + C_2 \sin \omega t$; $\omega = \sqrt{\frac{c_3}{m}} = 7,75 \text{ рад/с,}$

где константы: $C_1 = 0$; $C_2 = \frac{V_1}{\omega} = 0,28 \text{ м.}$ Закон движения груза $x = 0,28 \sin 7,75t$.

Максимальное сжатие 0,28 м.

4.4

Жесткость эквивалентной пружины

$$c_3 = \frac{c \cdot 2c}{c + 2c} = \frac{2}{3}c.$$

Уравнение колебаний:

$$m\ddot{x} = P - F_{\text{упр}} = P - c_3(\lambda_{\text{ст}} + x) = -c_3x.$$

Общее решение:

$$x = C_1 \cos \omega t + C_2 \sin \omega t; \quad \omega = \sqrt{\frac{c_3}{m}} = 10,33 \text{ рад/с.}$$

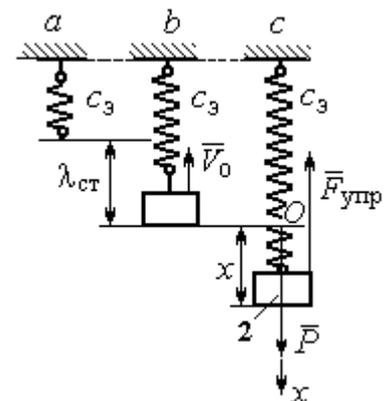


Рис. 7.30. Расчётная схема к упражнению 4.4:
 а – нерастянутая пружина;
 б – положение статического равновесия; с – произвольное положение груза

Начальные условия: $t = 0$; $x = 0$; $\dot{x} = -V_0$.

Находим константы интегрирования: $C_1 = 0$; $C_2 = \frac{V_0}{\omega} = 0,39$ м.

Закон движения груза: $x = 0,39 \sin 10,33 t$.

Амплитуда $A = 0,39$ м, частота $\omega = 10,33$ рад/с.

4.5

Скорость человека, находящегося в самолёте, в нижней точке траектории (точка C):

$$\frac{mV_C^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} = mg[l \sin \varphi + r(1 - \cos \varphi)].$$

Откуда $V_C^2 = V_0^2 + 2g[l \sin \varphi + r(1 - \cos \varphi)]$.

Уравнение движения человека,двигающегося

вместе с самолётом, в проекции на нормаль в точке C : $\frac{mV_C^2}{r} = N - P$, где N – реакция корпуса самолёта. Сила давления человека на корпус самолёта по величине равна реакции, но направлена в противоположную сторону.

Из условия $N \leq 3P$ следует неравенство: $V_C^2 \leq 2gr$, или

$$V_0^2 + 2g[l \sin \varphi + r(1 - \cos \varphi)] \leq 2gr. \text{ Откуда } r \geq \frac{V_0^2 + 2gl \sin \varphi}{2g \cos \varphi}.$$

4.6

Из уравнения теоремы об изменении кинетической энергии шарика в точке B с учётом, что $V_A = 0$, найдём:

$$\frac{mV_B^2}{2} = \frac{ca^2}{2} + mg[R + R \cos 60^\circ - a \cos 30^\circ].$$

Составим уравнение теоремы об изменении кинетической энергии точки на участке BD :

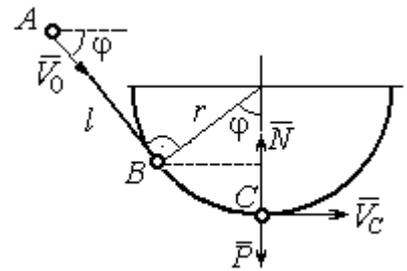


Рис. 7.31. Расчётная схема к упражнению 4.5

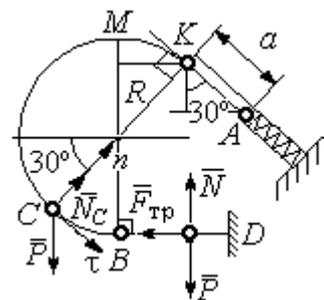


Рис. 7.32. Расчётная схема к упражнению 4.6

$-\frac{mV_B^2}{2} = -fNs$, где s – путь точки до остановки. С учётом данных задачи, получим: $s = 5,39$ м.

Уравнение движения шарика в проекции на нормальную ось в точке C

$$\frac{mV_C^2}{R} = N_C - P\cos 60^\circ.$$

Для вычисления реакции опоры шарика на трубу имеем равенство

$$N_C = \frac{mV_C^2}{R} + P\cos 60^\circ = \frac{1}{R} \left[mV_B^2 - 2mgR(1 - \cos 60^\circ) \right] + mg\cos 60^\circ,$$

где кинетическая энергия шарика в точке B : $mV_B^2 = ca^2 + 2mgR \left[(1 + \cos 60^\circ) - \frac{a}{R} \cos 30^\circ \right]$. Получим:

$N_C = 18,71$ Н. Давление шарика на трубку равно реакции опоры и направлено в противоположную сторону.

7.5. Ответы к упражнениям главы 5

5.1

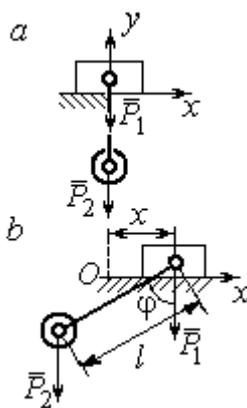


Рис. 7.33. Расчётная схема к упражнению 5.1:

a – начальное положение системы;
 b – произвольное положение

x_0 – координата центра тяжести системы в начальном положении, $x_0 = 0$ (см. рис.7.33);

x – текущая координата центра тележки; x_1 –

координата центра тяжести системы в её произ-

вольном положении: $x_1 = \frac{m_1x - m_2(l\sin\varphi - x)}{m_1 + m_2}$.

Уравнение закона сохранения движения

центра масс системы: $x_1 = x_0$, или

$$m_1x - m_2(l\sin\varphi - x) = 0.$$

Отсюда зависимость координаты движения тележки от положения гру-

за 2: $x = \frac{m_2l}{m_1 + m_2} \sin\varphi.$

5.2

Теорема об изменении кинетического момента системы относительно

оси z :
$$\frac{dL_z}{dt} = \sum M_z(\vec{F}_k^e).$$

Кинетический момент системы:

$$L_z = L_z^{\text{бар}} + L_z^{\text{гр}} = \frac{m_2 r^2}{2} \omega + m_1 V_1 r = \left(m_1 + \frac{m_2}{2} \right) \omega r^2.$$

Суммарный момент внешних сил относительно

оси z :
$$\sum M_z(\vec{F}_k^e) = M_{\text{вр}} - P_1 r = kt - m_1 gr.$$

Дифференциальное уравнение вращения барабана:

$$\left(m_1 + \frac{m_2}{2} \right) r^2 \frac{d\omega}{dt} = kt - m_1 gr.$$

При нулевых начальных условиях
$$\omega = \frac{kt^2 - 2m_1 grt}{(2m_1 + m_2)r^2}.$$

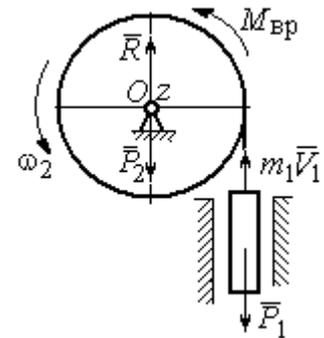


Рис. 7.34. Расчётная схема к упражнению 5.2

5.3

Уравнение теоремы об изменении кинетической энергии для неизменяемых систем на конечном перемещении: $T - T_0 = \sum A(F_k), T_0 = 0.$

Кинетическая энергия груза 1:
$$T_1 = \frac{m_1 V_1^2}{2}.$$

Энергия вращательного движения блока 2:

$$T_2 = \frac{1}{2} J_O \omega_2^2, \text{ где осевой момент инерции блока:}$$

$$J_O = \frac{m_2 r^2}{2}, \text{ угловая скорость блока } \omega_2 = \frac{V_1}{r}. \text{ Кинетическая энергия катка 3:}$$

$$T_3 = \frac{1}{2} m_3 V_C^2 + \frac{1}{2} J_C \omega_3^2, \text{ где момент инерции катка относительно оси, проходя-$$

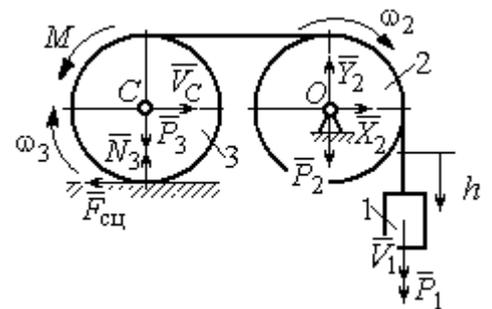


Рис. 7.35. Расчётная схема к упражнению 5.3

шей через центр масс перпендикулярно плоскости диска, $J_C = \frac{m_3 r^2}{2}$, угловая

скорость катка и скорость его центра масс $\omega_3 = \frac{V_1}{2r}$, $V_C = \frac{V_1}{2}$.

Энергия системы: $T = T_1 + T_2 + T_3 = (8m_1 + 4m_2 + 3m_3) \frac{V_1^2}{16}$.

Суммарная работа внешних сил на перемещении h : $\sum A(F_k) = P_1 h - M \frac{h}{2r}$.

Уравнение теоремы об изменении кинетической энергии:

$$(8m_1 + 4m_2 + 3m_3) \frac{V_1^2}{16} = \left(m_1 g - \frac{M}{2r} \right) h.$$

$$\text{Скорость груза на высоте } h: V_1 = 4 \sqrt{\frac{\left(m_1 g - \frac{M}{2r} \right) h}{8m_1 + 4m_2 + 3m_3}}.$$

5.4

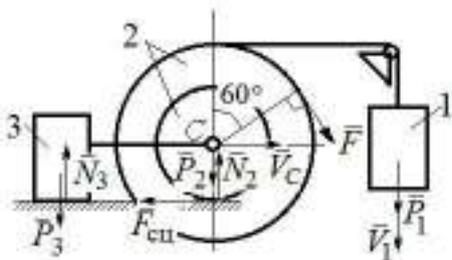


Рис. 7.36. Расчётная схема к упражнению 5.4

Для решения задачи используется теорема об изменении кинетической энергии в дифференциальной форме: $\frac{dT}{dt} = \sum N(\vec{F}_k^e)$, где T – энергия системы в её текущем положении; $\sum N(\vec{F}_k^e)$ – суммарная мощность внешних сил.

Допустим, груз 1 движется вниз со скоростью V_1 . Скорость центра масс катка V_C .

Кинетическая энергия катка 2: $T_2 = \frac{1}{2} m_2 V_C^2 + \frac{1}{2} J_{zC} \omega_2^2$. Здесь $m_2 = \frac{2P}{g}$,

$J_{zC} = m_2 i_z^2$, $\omega_2 = \frac{V_C}{r}$. В результате кинетическая энергия катка $T_2 = \frac{3P}{g} V_C^2$.

Скорость груза 3 $V_3 = V_C$. Кинетическая энергия груза 3 $T_3 = \frac{P}{g} V_C^2$.

Скорость груза 1 $V_1 = \omega_2 3r = 3V_C$. Кинетическая энергия груза 1:

$$T_1 = \frac{9P}{2g} V_C^2.$$

Суммарная кинетическая энергия (энергия системы):

$$T = T_1 + T_2 + T_3 = \frac{17P}{2g} V_C^2. \text{ Производная } \frac{dT}{dt} = \frac{17P}{g} V_C \frac{dV_C}{dt} = \frac{17}{g} V_C a_C.$$

Мощности сил $\vec{P}_2, \vec{N}_2, \vec{F}_{\text{сц}}, \vec{P}_3, \vec{N}_3$ равны нулю.

Мощность силы \vec{F} , приложенной к колесу, определяется по формуле:

$$N(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \vec{V}_C + \vec{M}_C(\vec{F}) \cdot \vec{\omega}_2 = FV_C \cos 60^\circ + FR\omega_2. \text{ Мощность силы } \vec{P}_1$$

$$N(\vec{P}_1) = P_1 V_1. \text{ Суммарная мощность внешних сил: } \sum N(F^e) = 7PV_C.$$

Составляем уравнение теоремы об изменении кинетической энергии системы:

$$\frac{17P}{g} V_C a_C = 7PV_C, \text{ откуда } a_C = \frac{7}{17} g \text{ м/с}^2.$$

5.5

Рассмотрим движение катков отдельно, заменив невесомый стержень реакцией. Предположим, катки движутся направо (см. рис. 7.37).

Уравнения движения катков:

$$m_1 a_O = Q - F_{\text{сц}1}, J_{1O} \varepsilon_1 = F_{\text{сц}1} r - M;$$

$$m_2 a_C = -Q' - F_{\text{сц}2} + F \cos 30^\circ;$$

$$J_{2C} \varepsilon_2 = F_{\text{сц}2} 3r - Q' r.$$

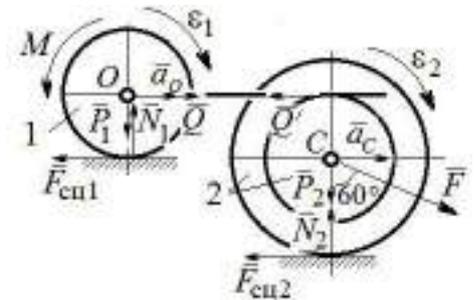


Рис. 7.37. Расчётная схема к упражнению 5.5

Здесь \vec{Q} – реакция невесомого стержня, $|\vec{Q}| = |\vec{Q}'|$; $\vec{F}_{\text{сц}1}, \vec{F}_{\text{сц}2}$ – силы сцепления

катков с поверхностями качения; моменты инерции катков $J_{1O} = \frac{m_1 r^2}{2}$,

$$J_{2C} = m_2 i_2^2. \text{ Подставляя кинематические соотношения } \varepsilon_2 = \frac{a_C}{3r}; a_O = \frac{4}{3} a_C;$$

$\varepsilon_1 = \frac{4a_C}{3r}$, с учётом данных задачи, получим систему уравнений:

$$\frac{4P}{3g} a_C = Q - F_{\text{сц1}}; \quad \frac{2P}{3g} a_C = F_{\text{сц1}} - 4P;$$

$$\frac{2P}{g} a_C = -Q - F_{\text{сц2}} + P\sqrt{3}; \quad \frac{4P}{3g} a_C = 3F_{\text{сц2}} - Q.$$

Находим ускорение центра катка 2: $a_C = \frac{3(3\sqrt{3}-16)g}{46} \approx -0,7g$. Каток

движется в противоположную сторону. Реакция стержня $Q = 2,6P$.

5.6

Выделяем звенья механизма, заменяя действия нитей их реакциями. Допустим, направления движений тел в системе соответствуют подъёму груза 1.

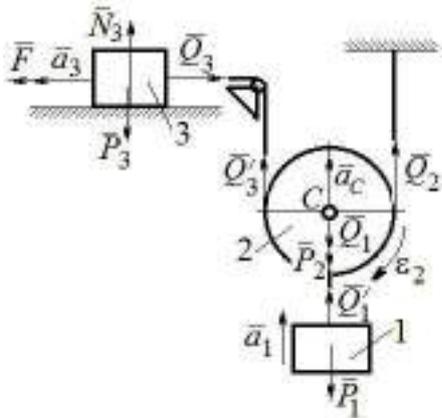


Рис. 7.38. Расчётная схема к упражнению 5.6

Уравнения движения тел:

$$m_3 a_3 = F - Q_3, \quad m_2 a_C = Q_3' + Q_2 - P_2 - Q_1;$$

$$J_{2C} \varepsilon_2 = Q_3' r - Q_2 r, \quad m_1 a_1 = Q_1' - P_1.$$

С учётом, что $|\vec{Q}_3| = |\vec{Q}_3'|$, $|\vec{Q}_1| = |\vec{Q}_1'|$ и

$$a_C = a_1, \quad a_3 = 2a_1, \quad \varepsilon_2 = \frac{a_1}{r}, \quad J_{2C} = \frac{m_2 r^2}{2}, \quad \text{под-}$$

ставляя данные задачи, получим систему уравнений:

$$2ma_1 = 2,5mg - Q_3; \quad ma_1 = Q_3 + Q_2 - mg - Q_1;$$

$$\frac{ma_1}{2} = Q_3 - Q_2; \quad m_1 a_1 = Q_1 - P_1.$$

Решая систему, находим: $a_1 = \frac{2}{17}g \approx 0,12g$; $Q_3 = 2,26mg$; $Q_2 = 2,15mg$.

5.7

Заменяем действия нитей реакциями.

Предположим, груз 1 спускается по наклонной плоскости. Уравнения движения тел:

$$m_1 a_1 = P_1 \cos 30^\circ - Q_1; \quad m_3 a_3 = Q_3;$$

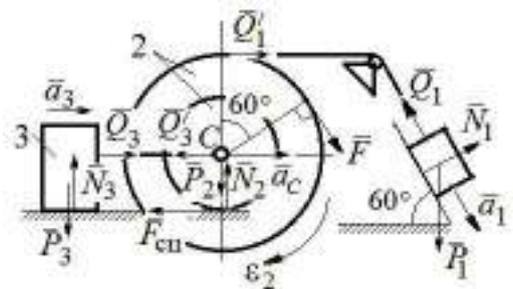


Рис. 7.39. Расчётная схема к упражнению 5.7

$$m_2 a_C = Q'_1 - Q'_3 - F_{\text{сц}} + F \cos 60^\circ; J_{2C} \varepsilon_2 = Q'_1 R + FR + F_{\text{сц}} r, J_{2C} = m_2 i_2^2.$$

Соотношения ускорений: $\varepsilon_2 = \frac{a_1}{R+r}$, $a_C = \frac{a_1 r}{R+r}$, $a_3 = a_C$. Подставляя

данные задачи, с учётом, что модули сил $Q'_1 = Q_1$ и $Q'_3 = Q_3$, получим систему уравнений:

$$ma_1 = mg \frac{\sqrt{3}}{2} - Q_1; \frac{2}{3} ma_1 = Q_3;$$

$$ma_1 = Q_1 - Q_3 - F_{\text{сц}} + \frac{1}{2} mg; 3ma_1 = 2Q_1 + 2mg + F_{\text{сц}}.$$

Находим $a_1 = \frac{3}{46} (5 + 3\sqrt{3})g \approx 0,44g$; $Q_1 = 0,21mg$; $Q_3 = 0,44mg$.

7.6. Ответы к упражнениям главы 6

6.1

Внешние силы, действующие на систему: силы тяжести $\vec{P}_1, \vec{P}_2, \vec{P}_3$ и реакции опор \vec{N}_3, \vec{R}_3 . Приложим к телам системы, силы инерции $\vec{R}_1^{\text{ин}}$, $\vec{R}_2^{\text{ин}}$ (рис. 7.40, а). В соответствии с принципом Даламбера, полученная система сил находится в равновесии. Составляем условие равновесия системы сил в проекциях на горизонтальную и вертикальную оси:

$$R_3 - R_1^{\text{ин}} = 0, N_3 - P_3 - P_1 - P_2 + R_2^{\text{ин}} = 0.$$

Для вычисления сил инерции рассмотрим отдельно грузы 1 и 2, заменяя действие соединяющей их нити реакцией (рис. 7.40, б, в). Присоединим к грузам силы инерции и, применив принцип Даламбера, составим уравнения равновесия систем сил - для груза 1 в проекции на горизонтальную ось, для груза 2 - на вертикальную:

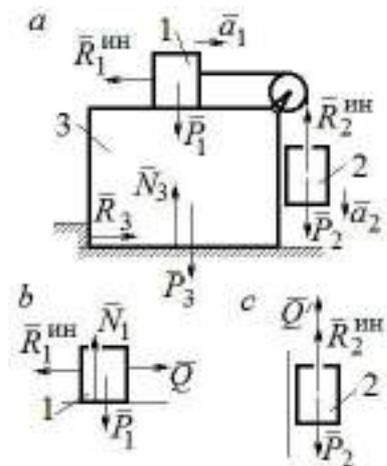


Рис. 7.40. Расчётная схема к упражнению 6.1

$$Q - R_1^{\text{ин}} = 0; P_2 - Q' - R_2^{\text{ин}} = 0,$$

где $R_1^{\text{ин}} = m_1 a_1$, $R_2^{\text{ин}} = m_2 a_2$.

Решая полученную систему с учётом равенства модулей сил $Q = Q'$ и ускорений грузов $a_1 = a_2$, находим ускорение грузов: $a_1 = a_2 = 0,5g$. Тогда давление призмы на горизонтальную поверхность: $N_3 = 2,5mg$.

6.2

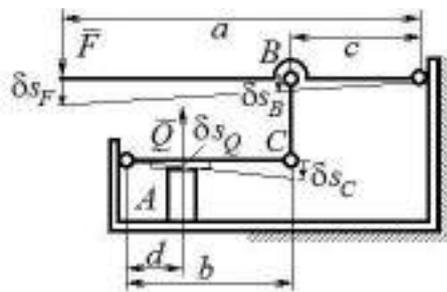


Рис. 7.41. Расчётная схема к упражнению 6.2

Активными силами в системе являются силы \vec{F} и \vec{Q} . Для равновесия системы необходимо и достаточно выполнения условия: $\delta A(\vec{F}) + \delta A(\vec{Q}) = 0$ или $F\delta s_F - Q\delta s_Q = 0$, где δs_F и δs_Q – возможные перемещения точек приложения сил \vec{F} и \vec{Q} .

Имеем соотношения: $\frac{\delta s_F}{\delta s_B} = \frac{a}{c}$, $\frac{\delta s_C}{\delta s_Q} = \frac{b}{d}$, где δs_B и δs_C – возможные перемещения точек B и C, причём $\delta s_B = \delta s_C$. Тогда $\delta s_Q = \frac{cd}{ab}\delta s_F$ и сила, сжимающая деталь A под прессом, равна $Q = \frac{ab}{cd}F$.

ремещения точек B и C, причём $\delta s_B = \delta s_C$. Тогда $\delta s_Q = \frac{cd}{ab}\delta s_F$ и сила, сжимающая деталь A под прессом, равна $Q = \frac{ab}{cd}F$.

щая деталь A под прессом, равна $Q = \frac{ab}{cd}F$.

6.3

Активными силами, совершающими работу при движении системы, являются силы тяжести \vec{P}_3 , \vec{P}_4 и пары сил с моментами M_1 и M_2 . Связи идеальные.

Для равновесия системы необходимо и достаточно выполнения условия:

$$\delta A(\vec{P}_3) + \delta A(\vec{P}_4) + \delta A(M_1) + \delta A(M_2) = 0 \text{ или}$$

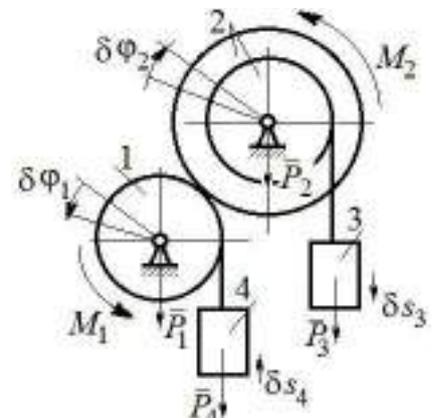


Рис. 7.42. Расчётная схема к упражнению 6.3

$$P_3 \delta s_3 - P_4 \delta s_4 + M_1 \delta \varphi_1 - M_2 \delta \varphi_2 = 0,$$

где $\delta s_3, \delta s_4$ – элементарные перемещения грузов 3, 4; $\delta \varphi_1, \delta \varphi_2$ – элементарные повороты валов 1 и 2. Выразим все перемещения через угол поворота вала 2: $\delta s_3 = \delta \varphi_2 r$, $\delta \varphi_1 = 3 \delta \varphi_2$, $\delta s_4 = 3r \delta \varphi_2$ и подставим в уравнение равновесия. Получим: $M_2 = 4Pr$.

6.4

Система с идеальными связями. Активными силами являются силы тяжести $\vec{P}_1, \vec{P}_2, \vec{P}_3$ и пара сил с моментом $M_{вр}$ (рис. 7.43).

Направления поворотов дисков и их угловые ускорения показаны на рис. 7.43 дуговыми стрелками $\delta \varphi_1, \varepsilon_1$ и $\delta \varphi_2, \varepsilon_2$. Направления движения центра масс катка 2, груза 3 и их ускорения обозначены: $\delta s_C, a_C$ и $\delta s_3, a_3$.

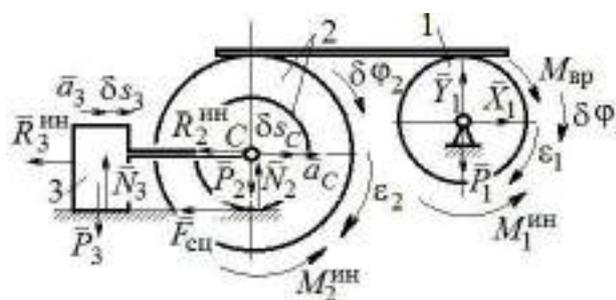


Рис. 7.43. Расчётная схема к упражнению 6.4

Кинематические соотношения между перемещениями и ускорениями:

$$\delta s_C = \delta s_3, a_C = a_3, \delta \varphi_2 = \frac{\delta s_3}{r}, \varepsilon_2 = \frac{a_3}{r}, \delta \varphi_1 = \frac{3\delta s_3}{r}, \varepsilon_1 = \frac{3a_3}{r}.$$

Присоединим к телам системы силы инерции.

Модули главных векторов сил инерции: $R_3^{ин} = m_3 a_3 = m a_3$;

$$R_2^{ин} = m_2 a_C = 2m a_3; M_2^{ин} = m_2 i_2^2 \varepsilon_2 = 4,5 m r a_3; M_1^{ин} = \frac{m_1 R_1^2}{2} \varepsilon_1 = 1,5 m r a_3.$$

Элементарные работы активных сил:

$$\sum \delta A(\vec{F}_k^{акт}) = M_{вр} \delta \varphi_1 = (m g \sin \omega t) 3 \delta s_3.$$

Элементарные работы сил инерции:

$$\begin{aligned} \sum \delta A(\vec{R}_k^{ин}) &= -R_3^{ин} \delta s_3 - R_2^{ин} \delta s_C - M_2^{ин} \delta \varphi_2 - M_1^{ин} \delta \varphi_1 = \\ &= -m a_3 \delta s_3 - 2m a_3 \delta s_3 - 4,5 m a_3 \delta s_3 - 1,5 m a_3 3 \delta s_3 = -12 m a_3 \delta s_3. \end{aligned}$$

Общее уравнение динамики имеет вид:

$$\sum \delta A(\vec{F}_k^{\text{акт}}) + \sum \delta A(\vec{R}_k^{\text{ин}}) = m(3g \sin \omega t - 12a_3) \delta s_3 = 0.$$

Ускорение груза 3: $a_3 = 0,25g \sin \omega t$, или $\ddot{s}_3 = 0,25g \sin \omega t$. Интегрируя дифференциальное уравнение с нулевыми начальными условиями, получим закон движения груза:

$$s_3 = \frac{0,25g}{\omega} \left(t - \frac{1}{\omega} \sin \omega t \right).$$

6.5

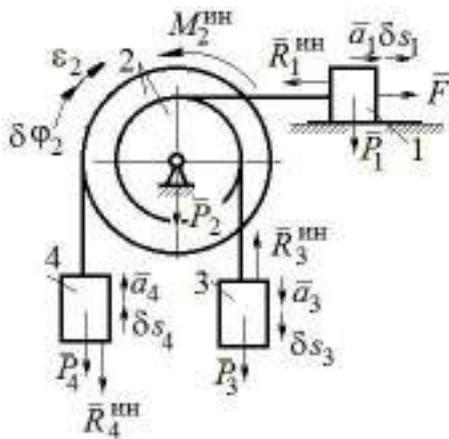


Рис. 7.44. Расчётная схема к упражнению 6.5

Система с идеальными связями. Активные силы и главные вектора сил инерции показаны на рис. 7.44.

Элементарные работы активных сил:

$$\sum \delta A(\vec{F}_k^{\text{акт}}) = F \delta s_1 + P_3 \delta s_3 - P_4 \delta s_4$$

$$\sum \delta A(\vec{R}_k^{\text{ин}}) = -R_1^{\text{ин}} \delta s_1 - R_3^{\text{ин}} \delta s_3 - R_4^{\text{ин}} \delta s_4 - M_2^{\text{ин}} \delta \varphi_2,$$

где модули сил инерции: $R_1^{\text{ин}} = \frac{P_1}{g} a_1$, $R_3^{\text{ин}} = \frac{P_3}{g} a_3$,

$$R_4^{\text{ин}} = \frac{P_4}{g} a_4, \quad M_2^{\text{ин}} = \frac{P_2}{g} i_2^2 \varepsilon_2.$$

Кинематические соотношения: $\delta s_3 = \delta s_1$, $a_3 = a_1$, $\delta s_4 = 2\delta s_1$, $a_4 = 2a_1$,

$\delta \varphi_2 = \frac{\delta s_1}{r}$, $\varepsilon_2 = \frac{a_1}{r}$. Общее уравнение динамики:

$$\begin{aligned} \sum \delta A(\vec{F}_k^{\text{акт}}) + \sum \delta A(\vec{R}_k^{\text{ин}}) &= P(t+1)\delta s_1 + P\delta s_1 - 2P\delta s_1 - \\ &- \left(\frac{P}{g} a_1 \delta s_1 + \frac{P}{g} a_1 \delta s_1 + \frac{2P}{g} 2a_1 2\delta s_1 + \frac{2P}{g} 2r^2 \frac{a_1}{r} \frac{\delta s_1}{r} \right) = P \left(t - \frac{14a_1}{g} \right) \delta s_1 = 0. \end{aligned}$$

Находим уравнение движения груза 3: $a_3 = a_1 = \frac{1}{14} g t$, или $\ddot{x}_3 = \frac{1}{14} g t$.

Проинтегрировав дифференциальное уравнение с нулевыми начальными условиями, получим закон движения груза 3: $x_3 = \frac{1}{84} g t^3 \approx 0,012 g t^3$.

6.6

Рассматриваемая механическая система (рис. 7.45) имеет одну степень свободы. Уравнение Лагранжа: $\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot{x}}\right) - \frac{\partial T}{\partial x} = Q_x$, где T – кинетическая энергия системы: Q_x – обобщенная сила.

В качестве обобщённой координаты x выберем положение точки C относительно недеформированной пружины, отмеченной на рис. 7.45 величиной l_0 . Обобщённая скорость \dot{x} .

Кинетическая энергия катка:

$$T_1 = \frac{1}{2} m_1 V_C^2 + \frac{1}{2} J_{zC} \omega_1^2, \text{ где } \omega_1, V_C - \text{угловая}$$

скорость катка и скорость его центра масс, $V_C = \dot{x}$, $\omega_1 = \frac{V_C}{r} = \frac{\dot{x}}{r}$; момент инерции $J_{zC} = \frac{1}{2} m_1 r^2$. Кинетическая энергия груза 2: $T_2 = \frac{1}{2} m_2 V_2^2$, где V_2 – скорость груза 2, $V_2 = 2V_C = 2\dot{x}$. Кинетическая энергия системы, выраженная через обобщённую скорость: $T = T_1 + T_2 = \frac{7P}{2g} \dot{x}^2$.

В произвольном положении системы, определяемом координатой x , дадим центру масс катка возможное перемещение δx (см. рис. 7.45). Элементарная работа активных сил $\sum \delta A(F_k) = P_1 \delta x - F_{\text{упр}} \delta x + (P_2 + F) \delta s_2 - M \delta \varphi_1$. Полагая перемещения $\delta s_2 = 2\delta x$, $\delta \varphi_1 = \frac{\delta x}{r}$, модуль силы упругости $F_{\text{упр}} = cx$ и с учётом данных задачи, получим $\sum \delta A(F_k) = (3P - cx) \delta x$. Обобщённая сила $Q_x = 3P - cx$.

$$\text{Уравнение Лагранжа } \frac{7P}{g} \ddot{x} = 3P - cx, \text{ или } \ddot{x} + \frac{4g}{7r} x = \frac{3g}{7}.$$

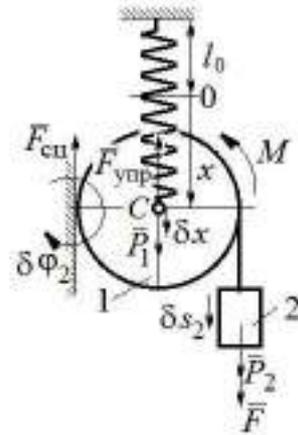


Рис. 7.45. Расчётная схема к упражнению 6.6

Решение уравнения (с нулевыми начальными условиями):

$$x = \frac{3}{4}r(1 - \cos\omega t). \text{ Закон движения груза: } s_2 = 2x = \frac{3}{2}r(1 - \cos\omega t).$$

6.7

Рассматриваемая система имеет две степени свободы. Обобщённые координаты – расстояния x_1, x_2 соответственно до грузов 1 и 2, отсчитываемые

от неподвижных центров блоков B и D (рис.

7.46, a). Обобщённые скорости \dot{x}_1, \dot{x}_2 . Кинетическая энергия грузов и блока 3:

$$T_1 = \frac{P_1 \dot{x}_1^2}{2g}, \quad T_2 = \frac{P_2 \dot{x}_2^2}{2g};$$

$$T_3 = \frac{P_3}{2g} \left(\frac{\dot{x}_1 + \dot{x}_2}{2} \right)^2 + \frac{1}{2} \frac{P_3 r^2}{2g} \left(\frac{\dot{x}_2 - \dot{x}_1}{2r} \right)^2.$$

Здесь учтено (см. рис. 7.46, a): что

$$V_C = \frac{V_N + V_M}{2} = \frac{\dot{x}_2 + \dot{x}_1}{2};$$

$$\omega_2 = \frac{V_N - V_M}{2r} = \frac{\dot{x}_2 - \dot{x}_1}{2r}.$$

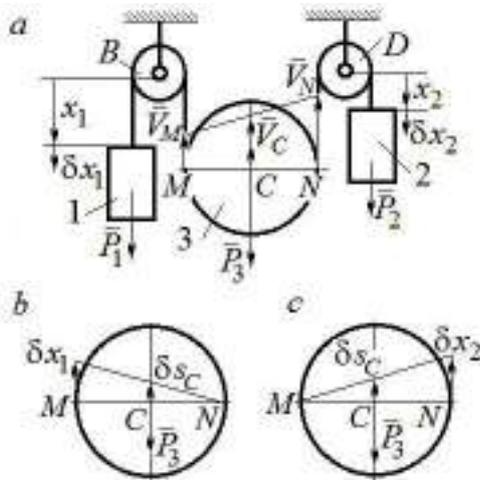


Рис. 7.46. Расчётная схема к упражнению 6.7:

a – кинематика механизма;

b, c – возможные перемещения блока 3 при вычислении обобщённых сил

Дадим системе возможное перемещение по координате x_1 , оставляя координату x_2 постоянной: $\delta x_1 \neq 0, \delta x_2 = 0$. На этом перемещении сумма элементарных работ внешних сил (см. рис. 7.46, a, b):

$$\sum \delta A(F_k) = P_1 \delta x_1 - P_3 \delta s_C = \left(P_1 - \frac{1}{2} P_3 \right) \delta x_1.$$

$$\text{Обобщённая сила } Q_{x_1} = P_1 - \frac{1}{2} P_3.$$

Дадим системе другое независимое возможное перемещение – по координате x_2 , так, что $\delta x_1 = 0, \delta x_2 \neq 0$. При этом перемещении сумма элементарных работ внешних сил (см. рис. 7.46, a, c):

Обобщённая сила $Q_{x_1} = 4P$.

При другом независимом возможном перемещении $\delta x_1 = 0$, $\delta x_2 \neq 0$ суммарная работа внешних сил $\sum \delta A(F_k) = F\delta x_2$ и обобщённая сила, соответствующая координате x_2 , равна $Q_{x_2} = P$.

Уравнения Лагранжа

$$\frac{P}{g} \left(\frac{11}{2} \ddot{x}_1 + 2\ddot{x}_2 \right) = 4P, \quad \frac{P}{g} (2\ddot{x}_2 + 2\ddot{x}_1) = P, \text{ или}$$
$$11\ddot{x}_1 + 4\ddot{x}_2 = 8g, \quad 2\ddot{x}_2 + 2\ddot{x}_1 = g$$

Ускорение центра катка 1 $\ddot{x}_1 = \frac{6}{7}g$. Тележка катится в направлении оси

x_1 . Ускорение центра катка 2 относительно тележки $\ddot{x}_2 = -\frac{5}{14}g$. Закон относительного движения центра катка 2 при нулевых начальных условиях: $x_2 = -\frac{5}{28}gt^2$. Каток катится к правому борту тележки.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Бать М. И., Джанелидзе Г. Ю., Кельзон А. С. Теоретическая механика в примерах и задачах: Т. 1–2.– СПб.: Лань, 2010.

Бутенин Н. В., Луиц Я. Л., Меркин Д. Р. Курс теоретической механики: В 2-х томах.– М.: Наука, 2009.

Вебер Г. Э., Ляицев, С. А. Лекции по теоретической механике. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2008.

Тарг С. М. Краткий курс теоретической механики: учебник для втузов. – М.: Высшая школа, 2010.

Учебное издание

Валерий Григорьевич Брагин
Евгений Борисович Волков
Юрий Михайлович Казаков

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

Учебное пособие

Редактор *Л.В. Устьянцева*

Компьютерная версия

Подписано в печать 26.10.2018 г.

Бумага писчая. Формат бумаги 60×84 1/16.

Гарнитура Times New Roman. Печать на ризографе.

Печ. л. 15,625. Уч. изд. л. 10,5. Тираж экз. Заказ №

Издательство УГГУ

620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30

Уральский государственный горный университет

Отпечатано с оригинал-макета

в лаборатории множительной техники УГГУ



Министерство образования и науки РФ
ФГБОУ ВО
«Уральский государственный
горный университет»

Е. Б. Волков, Ю. М. Казаков

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

*Учебно-методическое пособие
для самостоятельной работы студентов*

**Екатеринбург
2017**

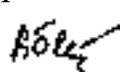


Министерство образования и науки РФ
ФГБОУ ВО
«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО

Методической комиссией
горно-механического факультета
«15» декабря 2017 г.

Председатель комиссии

 проф. В. П. Барановский

Е. Б. Волков, Ю. М. Казаков

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

*Учебно-методическое пособие
для самостоятельной работы студентов*

Рецензент: *Н. М. Суслов*, д-р техн. наук, заведующий кафедрой ГМК
Уральского государственного горного университета

Учебно-методическое пособие рассмотрено на заседании кафедры технической механики от 19.12.2016 г. (протокол № 2) и рекомендовано для издания в УГГУ.

Печатается по решению Редакционно-издательского совета Уральского государственного горного университета.

Волков Е. Б., Казаков Ю. М.

В67 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА: Учебно-методическое пособие для самостоятельной работы студентов. / Е. Б. Волков, Ю. М. Казаков, Уральский государственный горный университет. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2017. 156 с.

Учебно-методическое пособие для самостоятельной работы студентов содержит краткие методические указания, контрольные задания и примеры выполнения заданий по темам: «Статика твердого тела. Равновесие произвольной плоской и пространственной систем сил», «Кинематика вращательного и плоскопараллельного движений твердого тела. Определение скоростей и ускорений точек твёрдого тела», «Сложное движение точки», «Динамика точки. Дифференциальные уравнения движения точки. Гармонические и вынужденные колебания точки. Применение теоремы об изменении кинетической энергии при исследовании движения точки», «Применение общих теорем динамики к исследованию движения механической системы», «Принципы механики. Применение общего уравнения динамики к исследованию движения механической системы», «Уравнения Лагранжа II рода».

Учебно-методическое пособие для студентов всех специальностей очной формы обучения.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. СТАТИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА.....	4
1.1. Основные виды связей и их реакции.....	4
1.2. Моменты силы относительно центра и относительно оси. Пара сил. Момент пары.....	5
1.3. Условия равновесия систем сил.....	7
1.4. Задание С1. Равновесие произвольной плоской системы сил. Равновесие системы тел.....	8
1.5. Задание С2. Равновесие пространственной системы сил.....	17
2. КИНЕМАТИКА ТОЧКИ И ТВЕРДОГО ТЕЛА.....	26
2.1. Кинематика точки. Основные параметры движения точки.....	26
2.2. Вращение тела вокруг неподвижной оси.....	28
2.3. Плоскопараллельное движение твёрдого тела.....	29
2.4. Задание К1. Определение скоростей и ускорений точек твердого тела при поступательном и вращательном движениях.....	32
2.5. Задание К2. Определение скоростей точек твёрдого тела при плоскопараллельном движении.....	38
2.6. Задание К3. Определение ускорений точек твёрдого тела при плоскопараллельном движении.....	46
3. СЛОЖНОЕ ДВИЖЕНИЕ ТОЧКИ.....	57
3.1. Основные понятия сложного движения точки.....	57
3.2. Задание К4. Определение скорости и ускорения точки при сложном движении.....	60
4. ДИНАМИКА ТОЧКИ.....	73
4.1. Дифференциальные уравнения движения точки.....	73
4.2. Задание Д1. Интегрирование дифференциальных уравнений движения точки ...	73
4.3. Колебания материальной точки.....	80
4.4. Задание Д2. Исследование колебаний точки.....	84
4.5. Теорема об изменении кинетической энергии точки.....	95
4.6. Задание Д3. Исследование движения точки с применением теоремы об изменении кинетической энергии.....	96
5. ДИНАМИКА МЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ.....	103
5.1. Описание движений твёрдых тел на основе общих теорем динамики системы.....	103
5.2. Задание Д4. Динамический расчет механической системы.....	104
5.3. Теорема об изменении кинетической энергии системы.....	112
5.4. Задание Д5. Исследование движения механической системы с применением теоремы об изменении кинетической энергии.....	114
6. АНАЛИТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА.....	124
6.1. Принципы механики. Общее уравнение динамики.....	124
6.2. Задание Д6. Исследование механической системы с применением общего уравнения динамики.....	126
6.3. Уравнения Лагранжа II рода.....	136
6.4. Задание Д7. Исследование механической системы с одной степенью свободы с применением уравнений Лагранжа.....	137
6.5. Задание Д8. Исследование механической системы с двумя степенями свободы.....	145
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	155

1. СТАТИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА

Статика представляет раздел теоретической механики, в котором изучаются условия равновесия твердых тел под действием системы сил.

1.1. Основные виды связей и их реакции

Опора тела на гладкую плоскость (поверхность) без трения. Реакция приложена в точке касания и направлена перпендикулярно к общей касательной соприкасающихся поверхностей. При опоре углом, или на угол (рис. 1.1, *a*), реакция направлена по нормали к одной из поверхностей.

Гибкая связь. Если на тело наложена связь в виде гибкой нерастяжимой нити (каната, троса), то реакция связи \vec{T} , равная натяжению нити, приложена к телу и направлена вдоль нити (рис. 1.1, *b*).

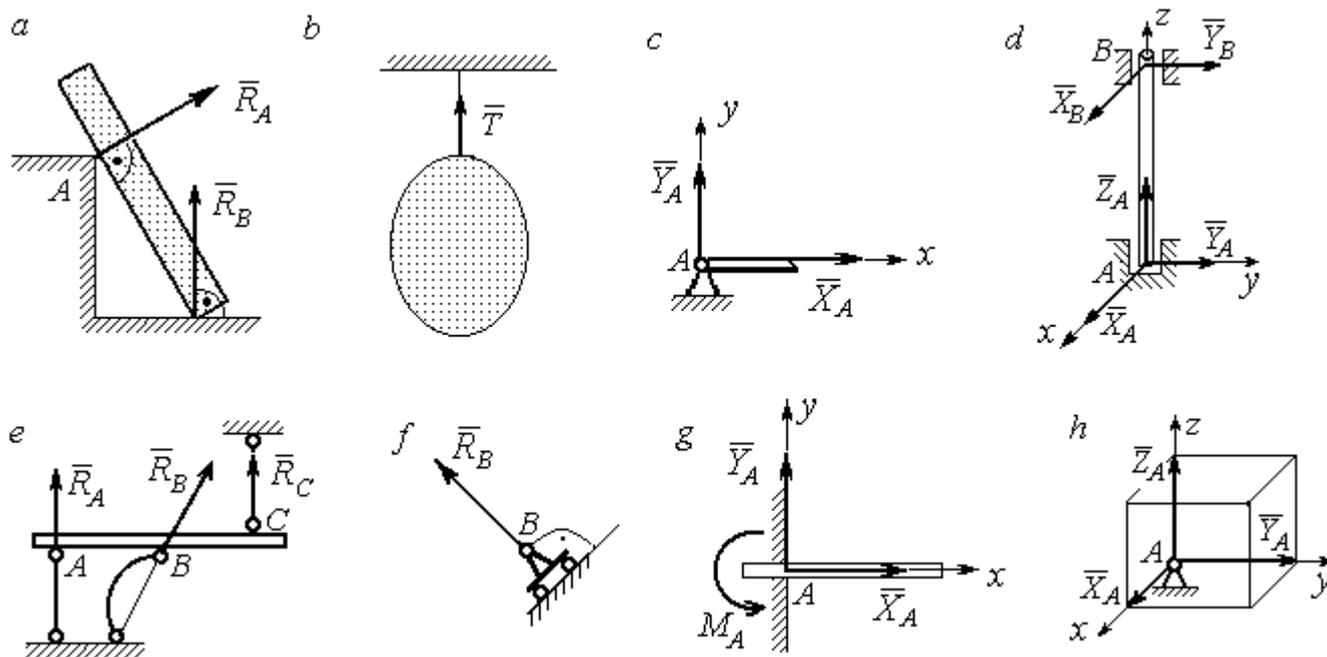


Рис. 1.1. Виды связей и их реакции:

a – реакция опоры тела на гладкую поверхность без трения; *b* – реакция связи гибкой нерастяжимой нити; *c* – реакция цилиндрического шарнира; *d* – реакция подшипника и подпятника; *e* – реакция невесомого стержня; *f* – реакция подвижной опоры; *g* – реакция жесткой заделки; *h* – реакция пространственного шарнира

Цилиндрический шарнир (подшипник) создает соединение, при котором одно тело может вращаться по отношению к другому. Реакция цилиндрического шарнира лежит в плоскости, перпендикулярной оси шарнира. При решении задач реакцию цилиндрического шарнира \vec{R}_A изображают ее составляющими \vec{X}_A и \vec{Y}_A , взятыми по направлениям координатных осей (рис. 1.1, c). Реакция подшипника \vec{R}_B (рис. 1.1, d) также изображается своими составляющими \vec{X}_B и \vec{Y}_B , взятыми по направлениям координатных осей в плоскости, перпендикулярной оси вращения подшипника. Величина реакции определяется по формуле: $R_A = \sqrt{X_A^2 + Y_A^2}$. **Реакция прямолинейного невесомого стержня с шарнирными соединениями на краях** направлена вдоль самого стержня, а криволинейного – вдоль линии, соединяющей точки крепления стержня (рис. 1.1, e). **Реакция подвижной опоры** \vec{R}_B (рис. 1.1, f) направлена по нормали к поверхности, на которую опираются катки опоры. **Жесткая заделка** (рис. 1.1, g) препятствует не только линейным перемещениям тела, но и повороту. Реакция заделки состоит из силы реакции \vec{R}_A и пары сил с моментом M_A . При решении задач силу реакции жесткой заделки \vec{R}_A изображают ее составляющими \vec{X}_A и \vec{Y}_A , взятыми по направлениям координатных осей. Модуль реакции определяется по формуле $R_A = \sqrt{X_A^2 + Y_A^2}$. Виды связей и их реакции показаны на рис. 1.1.

1.2. Моменты силы относительно центра и относительно оси. Пара сил. Момент пары

Алгебраическим моментом силы F относительно центра O $M_O(\vec{F})$, или просто **моментом силы** \vec{F} относительно центра O , называют взятое с соответствующим знаком произведение модуля силы \vec{F} на кратчайшее расстояние h от центра O до линии действия силы: $M_O(\vec{F}) = \pm Fh$ (рис. 1.2, a).

Величину h называют **плечом силы**. Момент силы относительно центра считается положительным, если сила стремится повернуть тело вокруг центра против хода часовой стрелки, и отрицательным – в обратном случае.

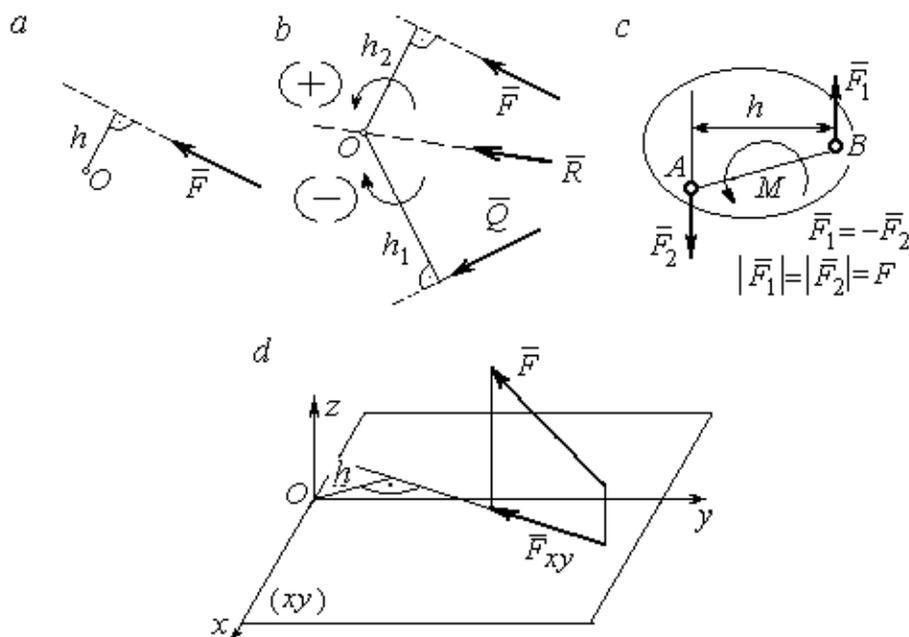


Рис. 1.2. Схемы для вычисления моментов сил:
a, b – момент силы относительно центра; *c* – момент пары сил;
d – момент силы относительно оси

На рис. 1.2, *b* показано, что момент силы \vec{F} относительно центра O положительный, а момент силы \vec{Q} относительно того же центра – отрицательный. Момент силы \vec{R} относительно центра O равен нулю, так как линия действия этой силы проходит через центр O и плечо силы равно нулю.

Парой сил, или просто парой (рис.1.2, *c*), называют систему двух равных по модулю сил, параллельных, направленных в противоположные стороны и не лежащих на одной прямой. Алгебраическим моментом пары сил, или **моментом пары**, называют взятое со знаком плюс или минус произведение модуля одной из сил пары на плечо пары – кратчайшее расстояние между линиями действия ее сил. Правило знаков такое же, как и для момента силы. На рисунках пару часто изображают дуговой стрелкой, показывающей направление поворота твердого тела под действием пары (см. M на рис. 1.2, *c*).

Моментом силы относительно оси называют момент проекции этой силы на плоскость, перпендикулярную оси, относительно точки пересечения оси с этой плоскостью. На рис. 1.2, d показано вычисление момента силы F относительно оси z : $M_z(\vec{F}) = F_{xy}h$, где F_{xy} – проекция силы \vec{F} на плоскость $xу$, перпендикулярную оси z , h – плечо проекции F_{xy} относительно центра O – точки пересечения оси z и плоскости xOy .

1.3. Условия равновесия систем сил

Плоской системой сил называется система сил, расположенных в одной плоскости.

Основная форма условий равновесия плоской системы сил. Для равновесия плоской системы сил, приложенных к твердому телу, необходимо и достаточно, чтобы суммы проекций всех сил на каждую из двух осей прямоугольной системы координат, расположенной в плоскости действия сил, были равны нулю и сумма моментов сил относительно любого центра, находящегося в плоскости действия сил, также была равна нулю:

$$\sum F_{kx} = 0, \quad \sum F_{ky} = 0, \quad \sum M_A(\vec{F}_k) = 0,$$

где F_{kx}, F_{ky} – проекции всех сил на координатные оси; $M_A(\vec{F}_k)$ – моменты всех сил относительно произвольно выбранного центра A .

Пространственной системой сил называется система сил, расположенных произвольно в пространстве.

Для равновесия пространственной системы сил необходимо и достаточно, чтобы суммы проекций всех сил на оси прямоугольной системы координат были равны нулю и суммы моментов всех сил относительно тех же осей также были равны нулю:

$$\sum F_{kx} = 0, \quad \sum F_{ky} = 0, \quad \sum F_{kz} = 0,$$

$$\sum M_x(\vec{F}_k) = 0, \quad \sum M_y(\vec{F}_k) = 0, \quad \sum M_z(\vec{F}_k) = 0,$$

где F_{kx}, F_{ky}, F_{kz} – проекции всех сил на координатные оси x, y, z ; $M_x(\vec{F}_k), M_y(\vec{F}_k), M_z(\vec{F}_k)$ – моменты всех сил относительно выбранных осей.

Равновесие систем тел

Связи, соединяющие части конструкции, называют **внутренними**, в отличие от **внешних** связей, скрепляющих конструкцию с внешними телами, не входящими в данную конструкцию. Одним из способов решения задач на равновесие сил, действующих на сочленённую конструкцию с внутренними связями, является **разбиение конструкции на отдельные тела** и составление уравнений равновесия для каждого из тел, входящих в конструкцию. При этом в уравнения равновесия должны входить только силы, непосредственно приложенные к тому телу, равновесие которого рассматривается.

1.4. Задание С1. Равновесие произвольной плоской системы сил. Равновесие системы тел

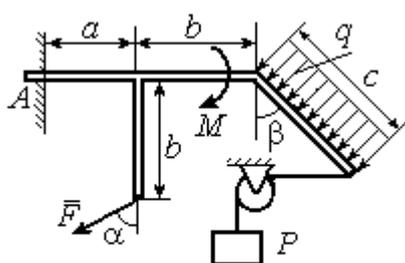
Каждый вариант задания включает две задачи по темам: «Равновесие произвольной плоской системы сил» и «Равновесие системы тел».

В задачах требуется определить реакции связей конструкции исходя из условия равновесия произвольной плоской системы сил. Весом стержневых подпорок, поддерживающих балочные конструкции, и блоков, через которые перекинуты невесомые нити, пренебречь.

Варианты заданий даны на рис. 1.3 – 1.6. Исходные данные приведены в табл. 1.1. Из таблицы исходных данных выбираются значения тех параметров, которые указаны на схемах.

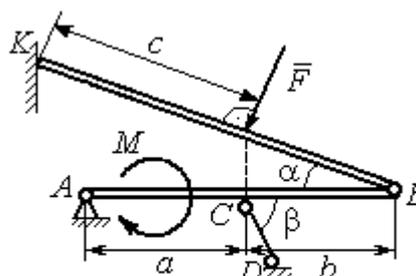
Варианты № 1, 11, 21

Задача 1



Найти реакцию жесткой заделки в точке A

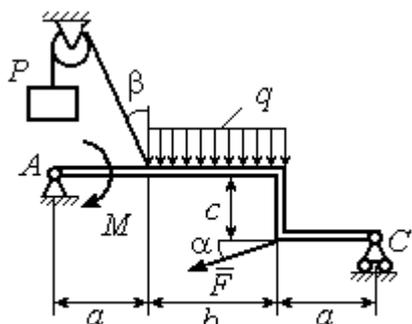
Задача 2



Найти реакции шарниров A, B , реакцию стержня CD и реакцию опоры в точке K

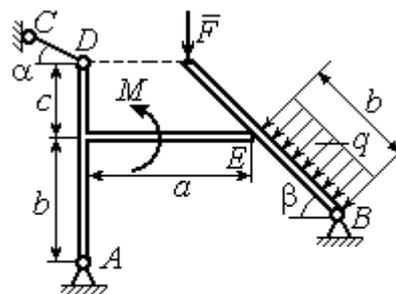
Варианты № 2, 12, 22

Задача 1



Найти реакции шарниров A и C

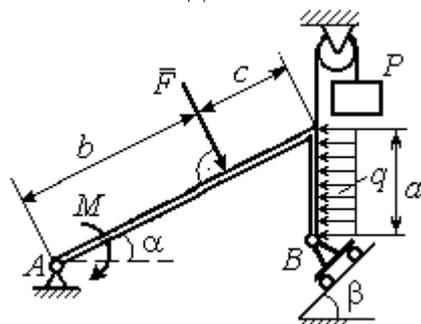
Задача 2



Найти реакции шарниров A, B , реакцию опоры в точке E и реакцию стержня CD

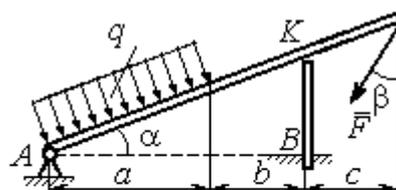
Варианты № 3, 13, 23

Задача 1



Найти реакцию шарниров A и B

Задача 2

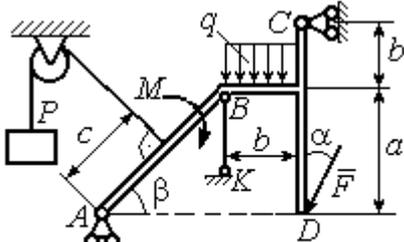


Найти реакцию шарнира A , реакцию опоры в точке K и реакцию жесткой заделки в точке B

Рис. 1.3. Задание С1. Равновесие произвольной плоской системы сил. Равновесие системы тел. Номера вариантов задания 1 – 3, 11 – 13, 21 – 23

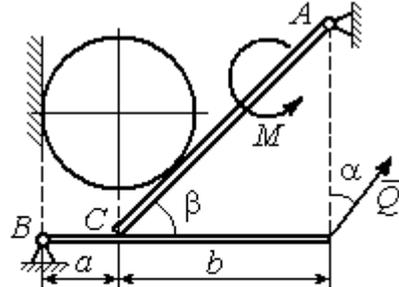
Варианты № 4, 14, 24

Задача 1



Найти усилие в стержне BK и реакцию шарниров A, C

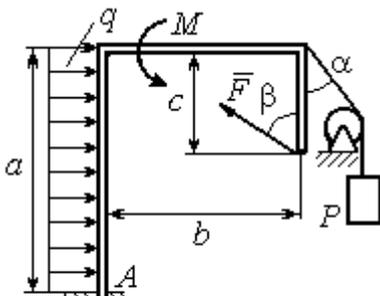
Задача 2



Вес шара P . Найти реакцию шарниров A, B , давление шара на балку и стенку, реакцию опоры балки в точке C и уравновешивающую силу Q

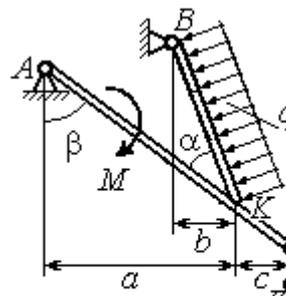
Варианты № 5, 15, 25

Задача 1



Найти реакцию жесткой заделки в точке A

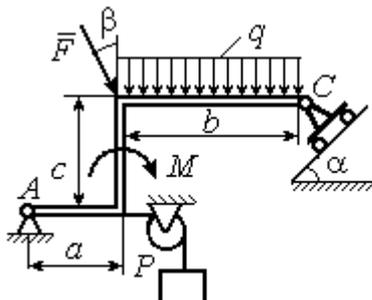
Задача 2



Найти реакцию шарниров A, B , реакцию стержня CD и реакцию опоры в точке K

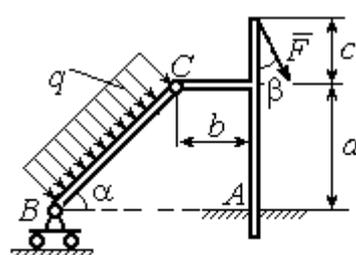
Варианты № 6, 16, 26

Задача 1



Найти реакции шарниров A и C

Задача 2



Найти реакцию жесткой заделки в точке A и реакции шарниров B и C

Рис. 1.4. Задание С1. Равновесие произвольной плоской системы сил. Равновесие системы тел. Номера вариантов задания 4 – 6, 14 – 16, 24 – 26

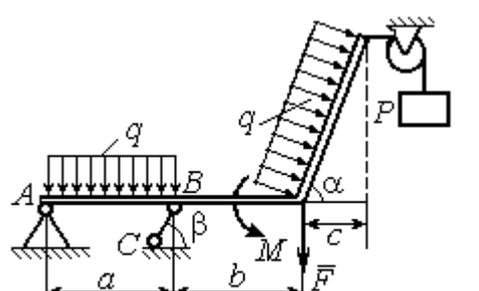
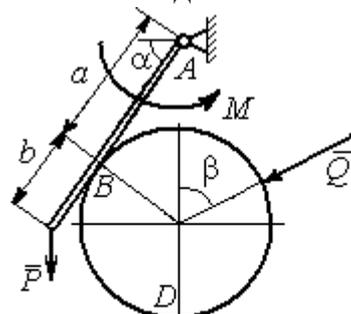
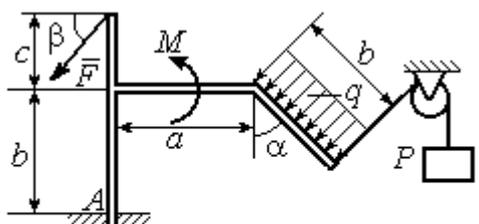
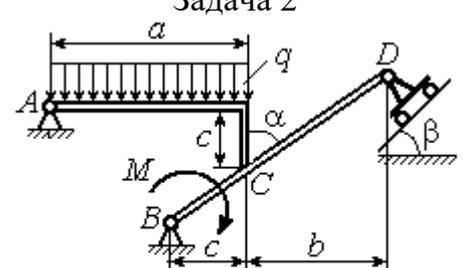
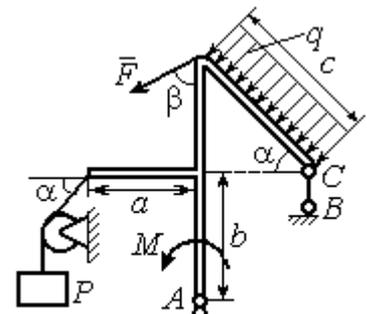
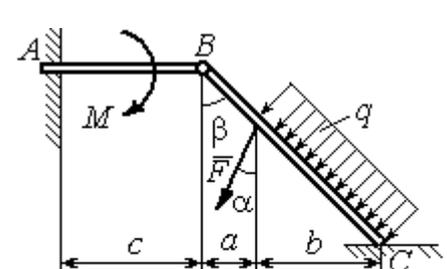
Варианты № 7, 17, 27	
<p>Задача 1</p>  <p>Найти реакцию стержня BC и реакцию шарнира A</p>	<p>Задача 2</p>  <p>Найти реакцию шарнира A, давление балки на шар, реакцию опоры шара в точке D и уравновешивающую силу Q</p>
Варианты № 8, 18, 28	
<p>Задача 1</p>  <p>Найти реакцию жесткой заделки в точке A</p>	<p>Задача 2</p>  <p>Найти реакцию шарниров A, B и D и реакцию опоры в точке C</p>
Варианты № 9, 19, 29	
<p>Задача 1</p>  <p>Найти реакцию стержня BC и реакцию шарнира A</p>	<p>Задача 2</p>  <p>Найти реакцию жесткой заделки в точке A, реакцию шарнира B и реакцию опоры в точке C</p>

Рис. 1.5. Задание С1. Равновесие произвольной плоской системы сил. Равновесие системы тел. Номера вариантов задания 7 – 9, 17 – 19, 27 – 29

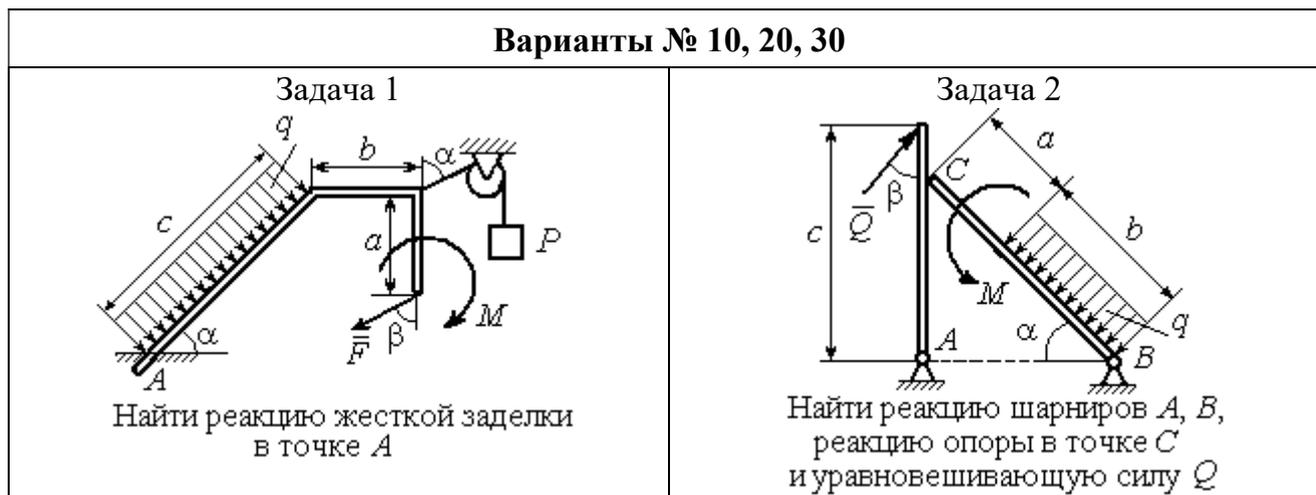


Рис. 1.6. Задание С1. Равновесие произвольной плоской системы сил. Равновесие системы тел. Номера вариантов задания 10, 20, 30

Таблица 1.1

Исходные данные задания С1. Равновесие произвольной плоской системы сил. Равновесие системы тел.

Номер варианта задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
P , кН	6	5	6	12	6	6	10	3	8	5	10	4	8	10	8
F , кН	12	6	10	5	12	8	6	5	6	2	12	8	12	6	10
q , кН/м	5	4	2	3	6	3	5	2	2	4	6	2	3	4	5
M , кН·м	12	8	6	8	12	5	12	8	4	6	8	12	10	6	10
α , град	45	60	30	60	30	30	45	60	30	30	45	30	60	45	60
β , град	60	30	45	30	60	90	60	60	30	45	30	45	30	60	30
a , м	3	4	3	4	3	4	3	4	1	2	2	3	2	3	4
b , м	3	3	4	3	2	4	3	3	2	3	3	3	4	3	2
c , м	4	2	2	2	3	2	2	1	5	4	4	2	1	2	2

Номер варианта задания	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
P , кН	10	8	10	6	4	6	12	10	5	6	8	6	8	4	6
F , кН	6	12	12	8	3	14	10	8	15	10	12	8	10	10	2
q , кН/м	5	3	4	3	2	3	2	5	4	2	3	4	5	2	4
M , кН·м	10	6	8	6	5	12	4	6	8	10	12	10	6	4	8
α , град	60	60	30	45	60	30	60	45	30	60	45	30	30	30	45
β , град	45	30	30	60	60	45	30	60	30	45	90	30	60	45	30
a , м	3	4	3	1	2	2	4	1	4	3	4	3	2	1	2
b , м	2	4	3	3	4	1	4	3	2	2	2	2	2	2	2
c , м	3	2	2	4	5	4	2	2	1	1	1	2	1	3	5

Пример выполнения задания С1. Равновесие произвольной плоской системы сил. Равновесие системы тел.

Задача 1. Рама ACE (рис. 1.7) в точке A закреплена на цилиндрической шарнирной опоре, а в точке B поддерживается вертикальным невесомым стержнем BK . На раму действуют: пара с моментом $M = 8$ Нм, сила $F = 10$ Н, приложенная в точке D под углом 60° к раме, и равномерно распределенная нагрузка интенсивностью $q = 2$ Н/м, приложенная на отрезке AB . В точке E под прямым углом к участку балки CE прикреплен трос, несущий груз $P = 20$ Н. Пренебрегая весом балки, определить реакцию шарнира A и реакцию стержневой опоры BK , если $a = 2$ м.

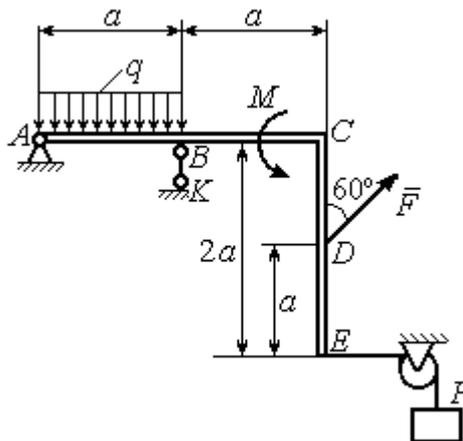


Рис. 1.7. Конструкция рамы

Решение

Выбираем систему координат xAy , например, как показано на рис. 1.8. Заменяем действие связей их реакциями. Изображаем реакцию шарнира A двумя ее составляющими \vec{X}_A и \vec{Y}_A , направленными вдоль горизонтальной и вертикальной осей (см. рис. 1.8). Реакция \vec{R}_B невесомой стержневой опоры BK приложена в точке B и направлена вдоль стержня BK . Заменяем распределенную нагрузку её равнодействующей \vec{Q} . Сила \vec{Q} приложена в середине отрезка AB и по модулю равна

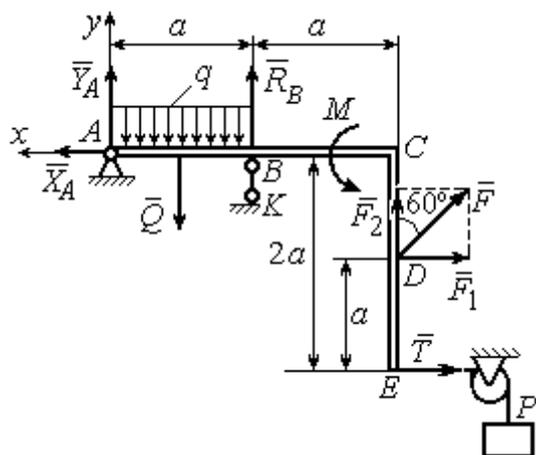


Рис. 1.8. Силы и реакции связей, действующие на раму при её равновесии

$Q = qa = 4$ Н. Действие груза P на раму изображается реакцией \vec{T} , равной по величине весу груза.

При равновесии рамы действующие на неё силы составляют уравновешенную произвольную плоскую систему. Условия равновесия системы сил имеют вид: $\sum F_{kx} = 0$, $\sum F_{ky} = 0$, $\sum M_A(\vec{F}_k) = 0$. Вычисляя проекции сил на оси x , y , и моменты сил относительно центра A , уравнения равновесия получим в виде:

$$\sum F_{kx} = X_A - F \cos 30^\circ - T = 0, \quad \sum F_{ky} = Y_A - Q + R_B + F \cos 60^\circ = 0.$$

$$\sum M_A(\vec{F}_k) = -Q \frac{a}{2} + R_B a + M + F \cos 60^\circ \cdot 2a + F \cos 30^\circ \cdot a + T 2a = 0.$$

Здесь для вычисления момента силы \vec{F} относительно центра A использована теорема Вариньона: $M_A(\vec{F}) = M_A(\vec{F}_1) + M_A(\vec{F}_2) = F_1 \cdot a + F_2 \cdot 2a$, где $F_1 = F \cos 30^\circ$, $F_2 = F \cos 60^\circ$ (см. рис. 1.8).

Подставляя в уравнения равновесия исходные данные задачи, получим систему уравнений относительно неизвестных X_A, Y_A, R_B :

$$X_A - 28,66 = 0, \quad Y_A + R_B + 1 = 0, \quad R_B \cdot 2 + 121,32 = 0.$$

Решая систему, найдем $X_A = 28,66$ Н, $Y_A = 59,66$ Н, $R_B = -60,66$ Н.

Отрицательное значение величины R_B означает, что фактическое направление реакции R_B стержневой опоры BK противоположно направлению, показанному на рис. 1.8. Численное значение реакции шарнира

$$R_A = \sqrt{X_A^2 + Y_A^2} = \sqrt{28,66^2 + 59,66^2} = 66,18 \text{ Н.}$$

Задача 2. Балка $ABLС$ с вертикальной частью AB и горизонтальной переключиной LC закреплена в точке A с помощью жесткой заделки (рис. 1.9). Наклонная балка EC с углом наклона к горизонту 60° в точке C шарнирно прикреплена к горизонтальной переключине CL , а в точке E закреплена на шарнирно-подвижной опоре, установленной на горизонтальной поверхности. На конструкцию действуют равномерно распределенная на отрезках BL и DE нагрузка с одинаковой интенсивностью $q = 2$ кН/м, сила \vec{F} , приложенная в точке D перпендикулярно балке EC и равная по величине $F = 10$ кН, и пара сил

с моментом $M = 5 \text{ кН}\cdot\text{м}$. Определить реакцию жесткой заделки A и реакции шарниров C и E , если $a = 2 \text{ м}$.

Решение

Разделяем систему на две части по шарниру C и рассмотрим равновесие балок $ABLC$ и EC отдельно. Изобразим обе балки и расставим внешние силы и реакции связей (рис. 1.10). Рассмотрим балку $ABLC$ (рис. 1.10, *a*). Заменяем распределенную нагрузку эквивалентной силой \bar{Q}_1 , приложенной в середине отрезка BL , направленной в сторону действия нагрузки и равной $Q_1 = q \cdot a = 4 \text{ кН}$. Кроме силы \bar{Q}_1 и пары сил с моментом M на балку действуют реакция

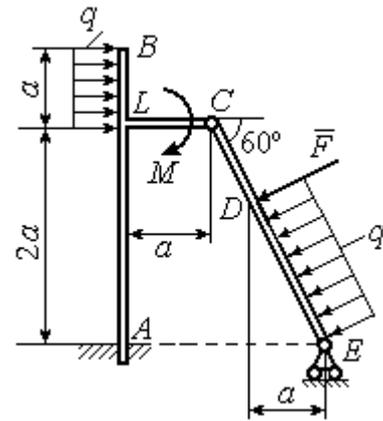


Рис. 1.9. Равновесие конструкции двух балок, соединённых шарниром

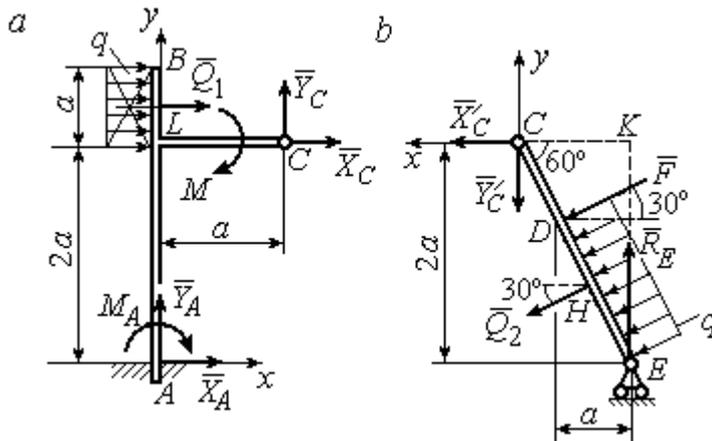


Рис. 1.10. Равновесие частей конструкции:
a - силы и реакции связей, действующие на балку $ABLC$;
b - силы и реакции связей, действующие на балку CE

жесткой заделки в точке A , имеющая своими составляющими силы \bar{X}_A, \bar{Y}_A и пару сил с моментом M_A , а также реакция шарнира C , разложенная на составляющие \bar{X}_C, \bar{Y}_C (см. рис. 1.10, *a*). Действующие на раму силы составляют уравновешенную плоскую систему сил.

Выберем систему координат xAy , как показано на рис. 1.10, *a*, и составим уравнения равновесия:

$$\sum F_{kx} = X_A + Q_1 + X_C = 0, \quad \sum F_{ky} = Y_A + Y_C = 0,$$

$$\sum M_A(\vec{F}_k) = -M_A - Q_1 \cdot \left(2a + \frac{a}{2}\right) - M + Y_C a - X_C 2a = 0.$$

Рассмотрим равновесие балки EC . Заменяем равномерную нагрузку эквивалентной силой \vec{Q}_2 , приложенной в середине отрезка ED , направленной в сторону действия нагрузки и равной по модулю $Q_2 = q \cdot 2a = 8 \text{ кН}$. На балку кроме сил \vec{Q}_2 , \vec{F} действуют реакции связей: \vec{R}_E – реакция шарнирно-подвижной опоры в точке E и \vec{X}'_C , \vec{Y}'_C – составляющие реакции шарнира C . Силы \vec{X}'_C , \vec{Y}'_C направлены противоположно силам \vec{X}_C , \vec{Y}_C и равны им по модулю $X_C = X'_C$, $Y_C = Y'_C$ (см. рис. 1.10, a , b). Действующие на балку EC силы образуют плоскую уравновешенную систему сил. Выберем систему координат xCy , как показано на рис. 1.10, b , и составим уравнения равновесия. При этом центром, относительно которого будем считать моменты сил, выберем точку C . Получим:

$$\sum F_{kx} = Q_2 \sin 60^\circ + F \cos 30^\circ + \vec{X}'_C = 0, \quad \sum F_{ky} = R_E - Q_2 \cos 60^\circ - F \sin 30^\circ - Y'_C = 0, \\ \sum M_C(\vec{F}_k) = -F \cdot CD - Q_2 \cdot CH + R_E \cdot CK = 0.$$

Здесь плечи сил: $CD = \frac{2a}{\cos 30^\circ} - 2a$, $CH = \frac{2a}{\cos 30^\circ} - a$, $CK = 2a \operatorname{tg} 30^\circ$. Заменяя в уравнениях величины X'_C на X_C , а Y'_C на Y_C и подставляя исходные данные, получим систему уравнений:

$$X_A + X_C + 4 = 0, \quad Y_A + Y_C = 0, \quad -M_A - 4X_C + 2Y_C - 25 = 0, \\ X_C + 15,59 = 0, \quad -Y_C + R_E - 9 = 0, \quad 2,31R_E - 27,14 = 0,$$

откуда найдём величины реакции жесткой заделки и реакции шарниров:

$$X_A = 11,59 \text{ кН}, \quad Y_A = -2,76 \text{ кН}, \quad M_A = 42,87 \text{ кН} \cdot \text{м}, \\ X_C = -15,59 \text{ кН}, \quad Y_C = 2,76 \text{ кН}, \quad R_E = 11,76 \text{ кН}.$$

Модули реакций жесткой заделки A и шарнира C :

$$R_A = \sqrt{X_A^2 + Y_A^2} = 11,91 \text{ кН}, \quad R_C = \sqrt{X_C^2 + Y_C^2} = 15,83 \text{ кН}.$$

1.5. Задание С2. Равновесие пространственной системы сил

В заданиях рассматривается равновесие однородной плиты или вала (прямого или с «ломаной» осью) с насаженным на него шкивом.

Вал закреплен подпятником и подшипником и удерживается в равновесии. На вал действуют сила \vec{F} , пара сил с моментом M и сила \vec{P} . На шкив вала намотана нить, к свободному концу которой, перекинутому через невесомый блок, подвешен груз весом Q . Для вала определить реакции подшипника и подпятника и величину уравновешивающей силы Q (или момента M).

Плита весом P закреплена пространственным шарниром, подшипником и удерживается в заданном положении невесомым стержнем. На плиту действуют силы \vec{F} , \vec{Q} и пара сил с моментом M . Для плиты найти реакции сферического и цилиндрического шарниров и реакцию стержня.

Варианты задания даны на рис. 1.11 – 1.13. Исходные данные для выполнения задания приведены в табл. 1.2.

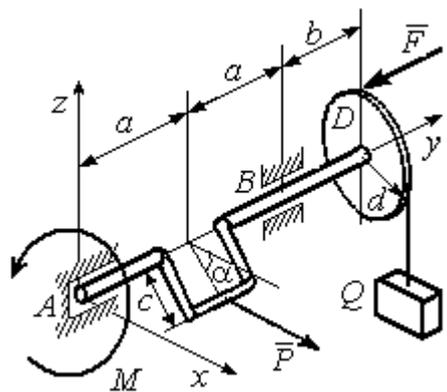
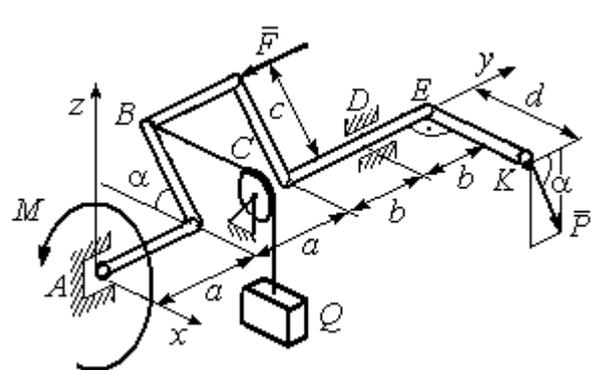
Варианты № 1, 11, 21	Варианты № 2, 12, 22
 <p>Сила \vec{F} параллельна оси Ay; сила \vec{P} параллельна оси Ax; нить, удерживающая груз, сходит со шкива вертикально.</p> <p>Найти реакции подпятника и подшипника в точках A и B и величину уравновешивающего груза Q</p>	 <p>Сила \vec{F} параллельна оси Ay; сила \vec{P} лежит в плоскости, параллельной zAy; отрезок нити BC параллелен оси Ax; рукоять вала EK параллельна оси Ax.</p> <p>Найти реакции подпятника и подшипника в точках A и D и величину уравновешивающего момента M</p>

Рис. 1.11. Задание С2. Равновесие пространственной системы сил.
Номера вариантов задания 1 – 2, 11 – 12, 21 – 22

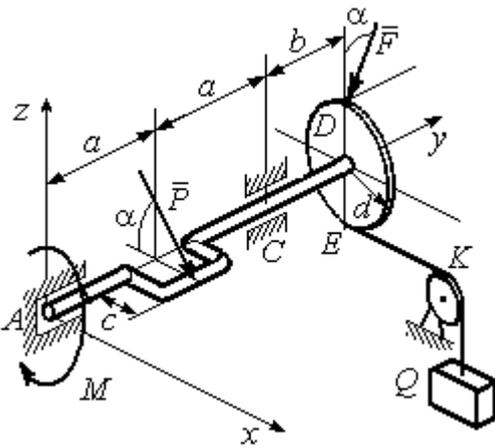
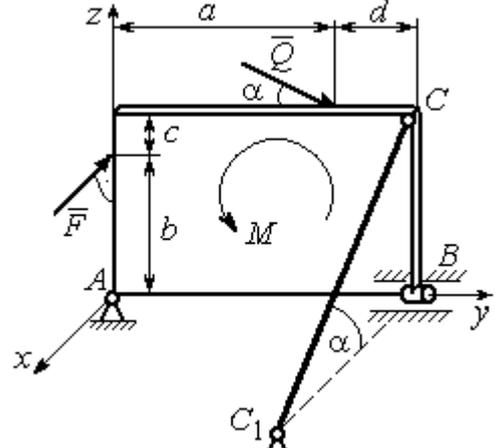
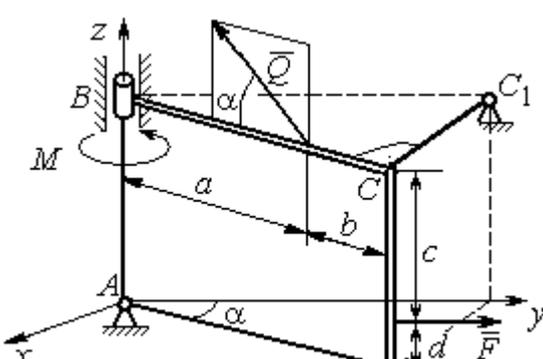
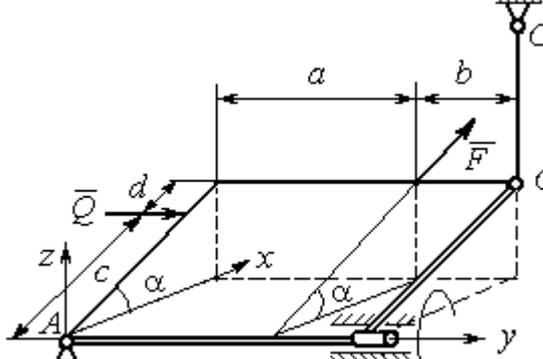
Варианты № 3, 13, 23	Варианты № 4, 14, 24
 <p>Сила \vec{F}, лежит в плоскости zAy; сила \vec{P} лежит в плоскости, параллельной zAx, отрезок нити EK параллелен оси Ax. Найти реакции подпятника и подшипника в точках A и C, а также величину уравновешивающего груза Q</p>	 <p>Плита весом P расположена в плоскости zAy; пара сил с моментом M действует в плоскости плиты; стержень CC_1 расположен в плоскости, параллельной zAx; сила \vec{Q} действует в плоскости плиты; сила \vec{F} перпендикулярна плоскости плиты. Найти реакции сферического и цилиндрического шарниров в точках A и B и реакцию стержня CC_1</p>
<p>Варианты № 5, 15, 25</p>  <p>Плита весом P отклонена на угол α от вертикальной плоскости zAy; сила \vec{Q} лежит в плоскости плиты; сила \vec{F} параллельна оси Ay; стержень CC_1 перпендикулярен плоскости плиты. Найти реакции сферического и цилиндрического шарниров в точках A и B и реакцию стержня CC_1</p>	<p>Варианты № 6, 16, 26</p>  <p>Плита весом P отклонена на угол α от горизонтальной плоскости xAy; сила \vec{Q} перпендикулярна боковой стенке плиты и параллельна оси Ay; сила \vec{F} расположена в плоскости плиты и параллельна её боковым стенкам; стержень CC_1 параллелен оси Az. Найти реакции сферического и цилиндрического шарниров в точках A и B и реакцию стержня CC_1</p>

Рис. 1.12. Задание С2. Равновесие пространственной системы сил.

Номера вариантов задания 3 – 6, 13 – 16, 23 – 26

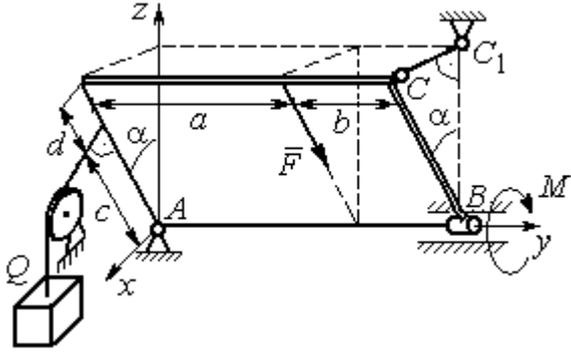
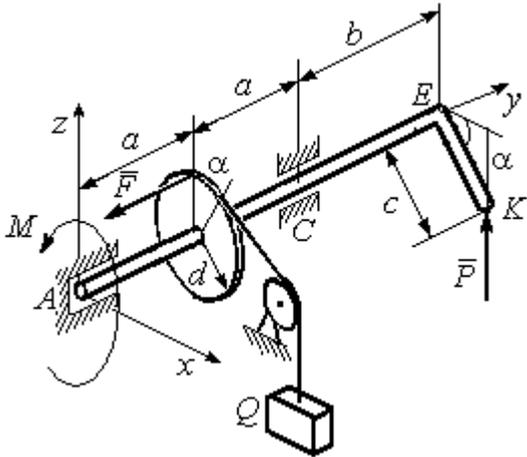
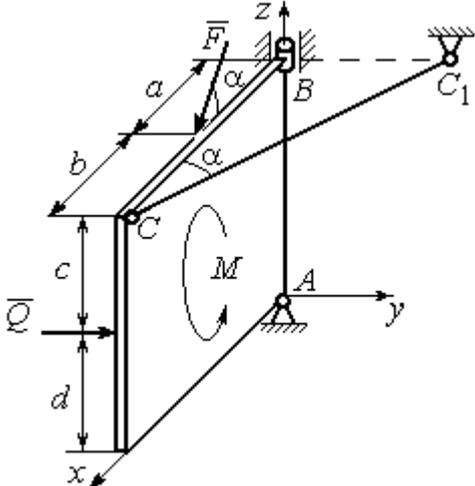
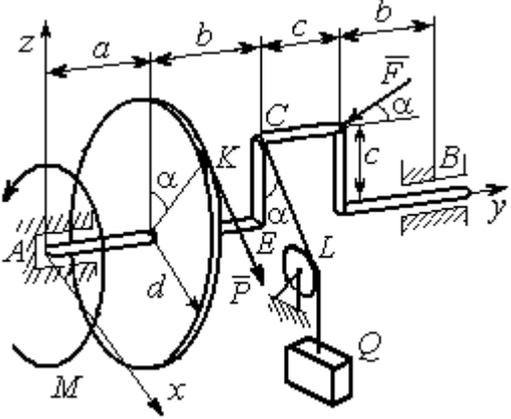
Варианты № 7, 17, 27	Варианты № 8, 18, 28
 <p>Плита весом P отклонена на угол α от вертикальной плоскости zAy; нить, удерживающая груз Q, находится в плоскости zAx, прикреплена к боковой стенке плиты и перпендикулярна ей; сила \vec{F} параллельна боковым стенкам плиты; стержень CC_1 перпендикулярен плоскости zAy.</p> <p>Найти реакции сферического и цилиндрического шарниров в точках A и B и реакцию стержня CC_1</p>	 <p>Рукоять EK перпендикулярна оси вала и наклонена под углом α к горизонтальной плоскости xAy; сила \vec{P} параллельна оси Az; сила \vec{F} параллельна оси Ay; нить, удерживающая груз Q, сходит со шкива по касательной.</p> <p>Найти реакции подпятника A, подшипника C, и величину уравновешивающего груза Q</p>
 <p>Плита весом P находится в вертикальной плоскости zAx; стержень CC_1 расположен в плоскости, параллельной xAy; пара сил с моментом M действует в плоскости плиты; сила \vec{Q} перпендикулярна плоскости плиты; сила \vec{F} лежит в плоскости плиты.</p> <p>Найти реакции сферического и цилиндрического шарниров в точках A и B и реакцию стержня CC_1</p>	 <p>Сила \vec{F} находится в плоскости zAy; стойка SE находится в плоскости zAy; отрезок CL нити, удерживающей груз, находится в плоскости параллельной xAz; сила \vec{P} находится в плоскости шкива и направлена по касательной к ободу в точке K.</p> <p>Найти реакции подпятника A, подшипника B и величину уравновешивающего момента M</p>

Рис. 1.13. Задание С2. Равновесие пространственной системы сил.
Номера вариантов задания 7 – 10, 17 – 20, 27 – 30

**Исходные данные для задания С2.
Равновесие пространственной системы сил**

Номер варианта задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P , кН	5	4	6	10	16	15	12	10	15	14
F , кН	8	6	12	6	10	10	8	12	12	10
Q , кН	–	12	–	12	8	12	10	–	10	12
M , кН·м	12	–	10	8	12	6	8	6	8	–
α , град	60	30	30	30	60	60	60	30	30	60
a , м	1,2	0,8	1,4	0,6	1,2	0,9	1,4	0,4	0,8	0,8
b , м	1,0	0,6	1,1	0,4	0,8	0,4	0,6	1,2	0,2	0,6
c , м	0,8	0,5	0,8	0,3	1,4	0,8	1,2	0,8	0,4	0,4
d , м	0,4	0,4	0,6	0,2	0,4	0,2	0,4	0,6	0,6	0,6

Номер варианта задания	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
P , кН	8	10	10	15	14	10	16	9	10	12
F , кН	6	12	16	8	12	14	10	15	8	10
Q , кН	–	14	–	10	10	12	14	–	12	14
M , кН·м	10	–	12	12	12	8	10	10	10	–
α , град	30	60	60	60	30	30	30	60	60	30
a , м	0,8	1,3	0,9	0,5	1,3	1,2	1,6	0,6	0,9	1,2
b , м	0,6	1,1	0,6	0,4	0,9	0,6	0,8	1,2	0,3	0,8
c , м	0,4	0,8	0,5	0,2	1,5	0,9	1,2	0,4	0,6	0,6
d , м	0,2	0,4	0,4	0,1	0,5	0,4	0,6	0,2	0,2	0,8

Номер варианта задания	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
P , кН	10	12	5	8	10	14	18	12	14	10
F , кН	12	8	15	10	12	8	10	15	9	8
Q , кН	–	10	–	12	14	10	16	–	12	6
M , кН·м	12	–	16	14	8	10	8	12	10	–
α , град	90	30	60	30	45	30	30	60	60	30
a , м	0,6	0,8	1,1	1,2	1,5	0,8	1,0	0,8	1,2	0,9
b , м	0,8	0,6	0,9	1,0	0,9	0,6	0,8	1,4	0,6	0,4
c , м	0,4	1,2	0,8	0,6	1,5	0,9	1,1	0,5	0,8	0,6
d , м	0,4	1,5	0,5	0,2	0,4	0,3	0,3	0,4	0,6	0,5

Примеры решения задания С2. Равновесие пространственной системы сил

Задача 1. Горизонтальный вал (рис. 1.14) закреплен в подпятнике C и подшипнике K . Вал имеет шкив I радиуса R и шкив II радиуса r , перпендикулярные оси вала. Рукоять AE параллельна оси Cx . Нить, удерживающая груз Q , сходит со шкива I по касательной вертикально вниз. На вал действуют силы \vec{F} , \vec{P} и пара сил с моментом M , закручивающая вал

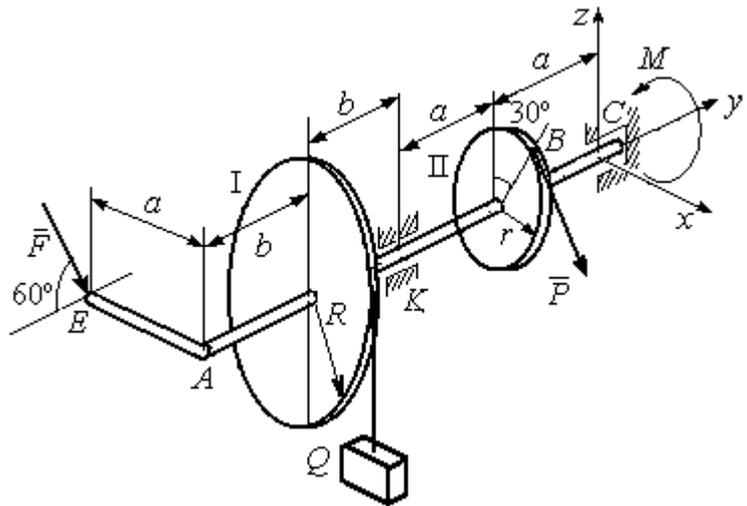


Рис. 1.14. Схема вала и его нагрузка

вокруг оси Cy . Сила \vec{F} находится в плоскости, параллельной zCy , и составляет угол 60° с направлением оси Cy . Сила \vec{P} приложена в точке B шкива II, определяемой центральным углом 30° , и направлена по касательной. Определить величину уравновешивающего момента M и реакции подшипника и подпятника, если $P = 4$ кН, $F = 2$ кН, $Q = 3$ кН, $R = 0,6$ м, $r = 0,3$ м, $a = 0,8$ м, $b = 0,4$ м.

Решение

Рассмотрим равновесие вала. На вал действуют внешние силы \vec{F} , \vec{P} , пара сил с моментом M и реакции связей. Связями являются нить, натянутая грузом Q , подпятник C и подшипник K .

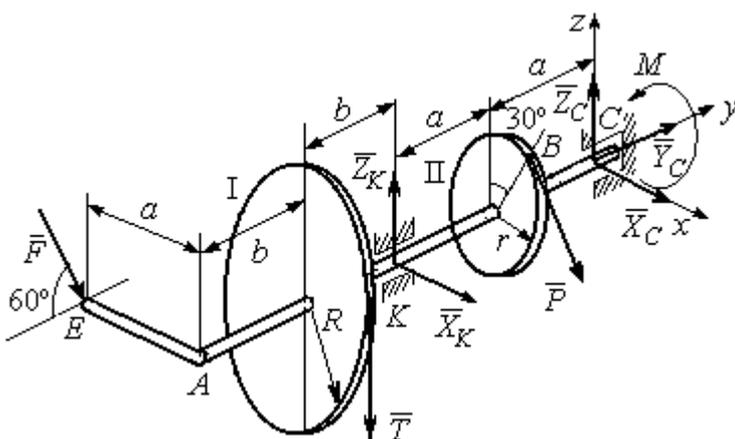


Рис. 1.15. Внешние силы и реакции связей вала

Освобождаем вал от связей, заменяя их действие реакциями. Реакцию подпятника C раскладываем на три со-

ставляющие: $\vec{X}_C, \vec{Y}_C, \vec{Z}_C$, направленные вдоль координатных осей. Реакция подшипника K лежит в плоскости, перпендикулярной оси вала, и ее составляющими будут вектора \vec{X}_K, \vec{Z}_K , направленные вдоль координатных осей x, z . Реакция нити \vec{T} направлена вдоль нити от точки K и по модулю равна весу груза. Действие на вал внешних сил и реакций связи показано на рис. 1.15.

Внешние силы, действующие на вал, и реакции связей составляют произвольную пространственную систему сил, эквивалентную нулю $(\vec{P}, \vec{F}, \vec{X}_K, \vec{Z}_K, \vec{T}, \vec{X}_C, \vec{Y}_C, \vec{Z}_C, M) \infty 0$, для которой уравнения равновесия:

$$\sum F_{kx} = 0, \sum F_{ky} = 0, \sum F_{kz} = 0,$$

$$\sum M_x(\vec{F}_k) = 0, \sum M_y(\vec{F}_k) = 0, \sum M_z(\vec{F}_k) = 0.$$

Для удобства при составлении уравнений равновесия изобразим вал вместе с действующими на него силами в проекциях на координатные плоскости (рис. 1.16)

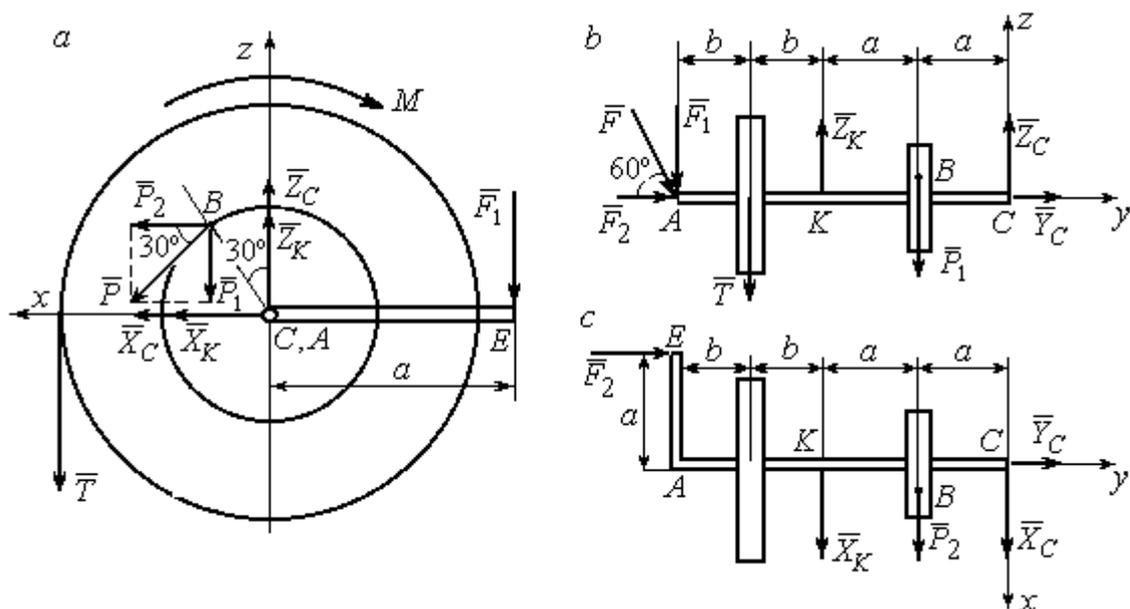


Рис. 1.16. Вал и действующие на него силы в проекциях на координатные плоскости:

- a – вид вала в проекции на плоскость zCx с положительного конца оси y ;
- b – вид вала в проекции на плоскость zCy с положительного конца оси x ;
- c – вид вала в проекции на плоскость xCy с положительного конца оси z .

На рис. 1.16, *a* показаны проекции всех сил на плоскость zCx . Вычисляя моменты проекций этих сил относительно точки C , получим значения моментов исходных сил относительно оси y .

Для вычисления моментов сил относительно оси x достаточно найти моменты проекций сил на плоскость zCy относительно точки C (см. рис. 1.16, *b*), а вычисляя моменты проекций сил на плоскость xCy относительно точки C , получим значения моментов сил относительно оси z .

Составляем уравнения равновесия:

$$\begin{aligned}\sum F_{kx} &= P_2 + X_K + X_C = 0, \quad \sum F_{ky} = F_2 + Y_C = 0, \\ \sum F_{kz} &= -P_1 + Z_K - T + Z_C - F_1 = 0, \\ \sum M_x(\vec{F}_k) &= P_1 a - Z_K 2a - T(2a + b) + F_1(2a + 2b) = 0, \\ \sum M_y(\vec{F}_k) &= -F_1 a + TR + Pr - M = 0, \\ \sum M_z(\vec{F}_k) &= P_2 a + X_K 2a - F_2 a = 0.\end{aligned}$$

Подставляя исходные данные задачи, с учётом того, что

$$P_1 = P \cos 60^\circ = 0,5P, \quad P_2 = P \cos 30^\circ = 0,87P,$$

$$F_1 = F \cos 30^\circ = 0,87F, \quad F_2 = F \cos 60^\circ = 0,5F \quad (\text{см. рис. 1.16 } a, b),$$

получим систему уравнений:

$$\begin{aligned}0,87 \cdot 4 + X_K + X_C &= 0, \quad 2 \cdot 0,5 + Y_C = 0, \quad -4 \cdot 0,5 + Z_K - 3 + Z_C - 2 \cdot 0,87 = 0, \\ 0,5 \cdot 4 \cdot 0,8 - 1,6Z_K - 3 \cdot 0,87(2 \cdot 0,8 + 0,4) + 2 \cdot 0,87(2 \cdot 0,8 + 2 \cdot 0,4) &= 0, \\ -0,87 \cdot 0,8 + 3 \cdot 0,6 + 4 \cdot 0,3 - M &= 0, \quad 0,87 \cdot 4 \cdot 0,8 + 1,6 \cdot X_K - 2 \cdot 0,5 \cdot 0,8 = 0.\end{aligned}$$

Решая систему, найдём: $X_C = -2,24$ кН, $Y_C = -1$ кН, $Z_C = 6,39$ кН, $X_K = -1,24$ кН, $Z_K = 0,35$ кН, $M = 2,3$ кН·м.

Окончательно, реакция подпятника $R_C = \sqrt{X_C^2 + Y_C^2 + Z_C^2} = 6,84$ кН,

реакция подшипника $R_K = \sqrt{X_K^2 + Z_K^2} = 1,29$ кН.

Задача 2. Плита весом P расположена в вертикальной плоскости zAy . В точке A плита закреплена пространственным шарниром, а в точке B на оси y

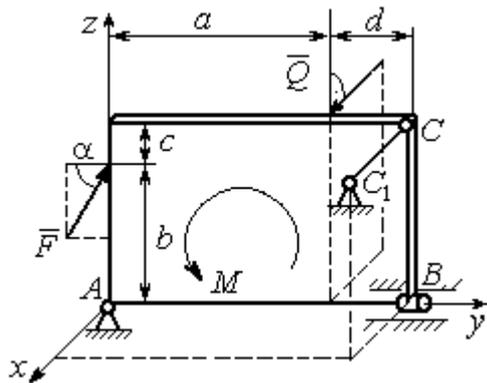


Рис. 1.17. Равновесие плиты

опирается на цилиндрический шарнир (подшипник). Плита удерживается в равновесии при помощи невесомого стержня CC_1 , прикреплённого шарниром к плите в её верхнем углу, в точке C перпендикулярно плоскости плиты (рис. 1.17).

На плиту действует сила \bar{Q} , приложенная на краю плиты перпендикулярно её плоскости, и сила \bar{F} , лежащая в плоскости плиты и направленная под углом α к горизонту (см. рис. 1.17). Кроме того, в плоскости плиты на неё действует пара сил с моментом M . Найти реакции шарниров A и B и усилие в стержневой подпорке CC_1 при равновесии плиты, если параметры нагрузки: $P = 1$ кН,

$Q = 500$ Н, $F = 400$ Н, $M = 300$ Н·м, $\alpha = 35^\circ$, $a = 2$ м, $b = 1,5$ м, $c = 0,2$ м, $d = 0,4$ м.

Решение

Заменим связи плиты их реакциями. Реакция шарнира A раскладывается на три составляющие: \bar{X}_A , \bar{Y}_A , \bar{Z}_A по направлениям координатных осей. Направления координатных осей показаны на рис. 1.17. Реакция подшипника B лежит в плоскости, перпендикулярной оси подшипника, и ее составляющими будут вектора \bar{X}_B , \bar{Z}_B , направленные вдоль координатных осей x , z . Реакция стержня \bar{T} направлена вдоль стержня. Действие сил и реакций показано на рис.1.18.

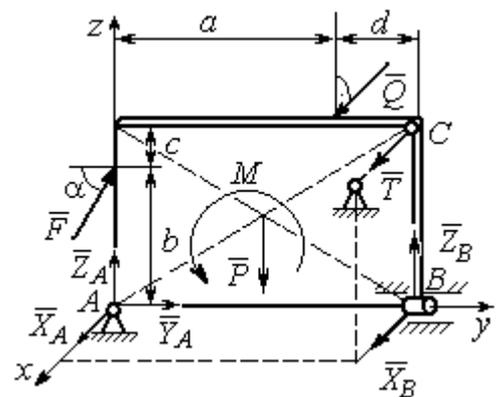


Рис. 1.18. Действие сил и реакций при равновесии плиты

Пространственная система сил, действующих на плиту, является уравновешенной: $(\vec{P}, \vec{F}, \vec{X}_B, \vec{Z}_B, \vec{T}, \vec{X}_A, \vec{Y}_A, \vec{Z}_A, M) \infty 0$. Уравнения равновесия:

$$\begin{aligned} \sum F_{kx} &= 0, \quad \sum F_{ky} = 0, \quad \sum F_{kz} = 0, \\ \sum M_x(\vec{F}_k) &= 0, \quad \sum M_y(\vec{F}_k) = 0, \quad \sum M_z(\vec{F}_k) = 0. \end{aligned}$$

В вычислениях моментов сил относительно осей будем считать момент положительным, если при взгляде со стороны положительного направления оси, сила вращает тело (плиту) против хода часовой стрелки. Получим:

$$\begin{aligned} \sum F_{kx} &= 0, \quad X_A + Q + X_B + T = 0, \\ \sum F_{ky} &= 0, \quad Y_A + F \cos \alpha = 0, \\ \sum F_{kz} &= 0, \quad Z_A + F \sin \alpha - P + Z_B = 0 \\ \sum M_x(\vec{F}_k) &= 0, \quad -F \cos \alpha \cdot b - P \cdot 0,5(a+d) + Z_B(a+d) + M = 0, \\ \sum M_y(\vec{F}_k) &= 0, \quad Q \cdot (b+c) + T \cdot (b+c) = 0, \\ \sum M_z(\vec{F}_k) &= 0, \quad -Q \cdot a - T \cdot (a+d) - X_B \cdot (a+d) = 0. \end{aligned}$$

Подставив исходные данные задачи, получим систему уравнений:

$$\begin{aligned} X_A + 500 + X_B + T &= 0, \quad Y_A + 400 \cdot 0,82 = 0, \quad Z_A + 400 \cdot 0,57 - 1000 + Z_B = 0, \\ -400 \cdot 0,82 \cdot 1,5 - 1000 \cdot 0,5 \cdot 2,4 + Z_B \cdot 2,4 + 300 &= 0, \\ 500 \cdot 1,7 + T \cdot 1,7 &= 0, \quad -500 \cdot 2 - T \cdot 2,4 - X_B \cdot 2,4 = 0, \end{aligned}$$

откуда находим значения составляющих реакций:

$$\begin{aligned} T &= -500 \text{ Н}, \quad X_B = 83,33 \text{ Н}, \quad Z_B = 580 \text{ Н}, \\ X_A &= -83,33 \text{ Н}, \quad Y_A = -328 \text{ Н}, \quad Z_A = 192 \text{ Н}. \end{aligned}$$

Полные реакции пространственного шарнира A :

$$R_A = \sqrt{X_A^2 + Y_A^2 + Z_A^2} = 389,09 \text{ Н},$$

цилиндрического шарнира B : $R_B = \sqrt{X_B^2 + Z_B^2} = 585,95 \text{ Н}$.

2. КИНЕМАТИКА ТОЧКИ И ТВЕРДОГО ТЕЛА

Кинематикой называется раздел механики, в котором изучаются свойства движения материальных тел без учета их масс и действующих на них сил.

2.1. Кинематика точки. Основные параметры движения точки

Кривая, которую описывает движущаяся точка, называется **траекторией** точки. Движение точки может быть задано **векторным, координатным** или **естественным** способами.

Векторный способ основан на определении положения точки ее радиусом-вектором в виде векторного уравнения $\vec{r} = \vec{r}(t)$. При **координатном способе** задания движения точки положение точки определяется ее координатами, заданными для каждого момента времени: $x = x(t)$, $y = y(t)$, $z = z(t)$. **Естественный способ** задания движения используется, если заранее известна траектория движения точки. Тогда положение точки однозначно определяется длиной дуги $OM = S(t)$, отсчитываемой от некоторой фиксированной точки O , принятой за начало отсчета.

Мгновенная скорость, или скорость точки в данный момент времени, является векторной величиной и определяется как производная по времени от радиуса-вектора точки: $\vec{V} = \dot{\vec{r}}$. Вектор скорости точки \vec{V} всегда направлен по касательной к траектории в сторону движения точки.

При координатном способе задания движения величины проекций вектора скорости \vec{V} на координатные оси определяются как производные по времени от соответствующих координат: $V_x = \dot{x}$, $V_y = \dot{y}$, $V_z = \dot{z}$. Модуль вектора скорости: $V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2 + V_z^2}$. При естественном способе задания движения вектор скорости точки определяется равенством: $\vec{V} = \dot{S}\vec{\tau}$, где $S = S(t)$ – закон измене-

ния длины дуги, $\vec{\tau}$ – единичный вектор касательной к траектории движения, направленный в сторону возрастающих расстояний.

Величина $V = |\dot{S}|$ называется алгебраической скоростью точки. При $\dot{S} > 0$ вектор скорости \vec{V} направлен по единичному вектору $\vec{\tau}$ – в сторону возрастающих расстояний. При $\dot{S} < 0$ он имеет направление, противоположное единичному вектору $\vec{\tau}$, т. е. в сторону убывающих расстояний.

Мгновенное ускорение, или ускорение точки в данный момент времени, является векторной величиной и определяется как производная по времени от вектора скорости точки или как вторая производная от радиус-вектора точки:

$\vec{a} = \dot{\vec{V}} = \ddot{\vec{r}}$. При координатном способе проекции вектора ускорения \vec{a} на координатные оси – величины a_x, a_y, a_z – определяются равенствами: $a_x = \dot{V}_x = \ddot{x}$, $a_y = \dot{V}_y = \ddot{y}$, $a_z = \dot{V}_z = \ddot{z}$. Модуль вектора ускорения равен: $a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}$.

При естественном способе задания движения вектор ускорения точки \vec{a} раскладывается на две взаимно перпендикулярные составляющие \vec{a}_n и \vec{a}_τ , параллельные осям n и τ естественной системы координат, и представляется в виде равенства $\vec{a} = a_\tau \vec{\tau} + a_n \vec{n}$, или $\vec{a} = \vec{a}_\tau + \vec{a}_n$, где $\vec{\tau}$ – единичный направляющий вектор оси, касательной к траектории (касательная ось); \vec{n} – единичный направляющий вектор главной нормали траектории. Величина a_n называется

нормальным ускорением точки и вычисляется по формуле: $a_n = \frac{V^2}{\rho}$, где ρ –

радиус кривизны траектории. (У окружности радиус кривизны равен её радиусу, у прямой линии – бесконечности.) Вектор \vec{a}_n нормальной составляющей ускорения всегда направлен к центру кривизны траектории. При движении по окружности радиус кривизны траектории равен радиусу окружности, а центр кривизны траектории совпадает с центром окружности. Величина a_τ называется **касательным ускорением** и равна модулю второй производной от заданно-

го закона изменения длины дуги: $a_\tau = |\ddot{S}|$, где $S = S(t)$ – закон изменения длины дуги. Направление вектора касательного ускорения \vec{a}_τ зависит от знака второй производной \ddot{S} . При $\ddot{S} > 0$ вектор \vec{a}_τ в направлен в сторону возрастающих расстояний, по направлению единичного вектора $\vec{\tau}$, при $\ddot{S} < 0$ – в сторону убывающих расстояний (противоположно единичному вектору $\vec{\tau}$). Вектор полного ускорения \vec{a} направлен по диагонали прямоугольника, построенного на векторах \vec{a}_n и \vec{a}_τ . Модуль вектора ускорения: $a = \sqrt{a_n^2 + a_\tau^2}$.

2.2. Вращение тела вокруг неподвижной оси

Движение тела, при котором все точки некоторой его прямой остаются неподвижными, называется **вращательным**, а указанная прямая называется осью вращения. Вращение тела задается углом поворота $\varphi = \varphi(t)$ подвижной плоскости, связанной с телом, относительно некоторого ее начального положения. Направление вращения с возрастанием угла поворота считается положительным.

Величина **угловой скорости** вращения тела равна модулю производной от угла поворота тела по времени: $\omega = |\dot{\varphi}|$. Направление угловой скорости вращения тела зависит от знака производной $\dot{\varphi}$. При $\dot{\varphi} > 0$ вращение происходит в положительном направлении, в сторону возрастания угла поворота, при $\dot{\varphi} < 0$ – в отрицательном. Направление угловой скорости обычно показывают дуговой стрелкой вокруг оси вращения. Вектор угловой скорости $\vec{\omega}$ направлен вдоль оси вращения в сторону, откуда вращение тела видно против хода часовой стрелки.

Величина **углового ускорения** при вращении тела равна модулю второй производной от угла поворота тела по времени: $\varepsilon = |\ddot{\varphi}|$. Если $\ddot{\varphi}$ одного знака с

$\dot{\varphi}$, то угловое ускорение ускоряет вращение тела, если разных знаков, то угловое ускорение замедляет вращение.

При вращательном движении тела все его точки движутся по окружностям, радиусы которых равны расстояниям от выбранной точки до неподвижной оси. **Скорость точки вращающегося твердого тела** (в отличие от угловой скорости тела) называют **линейной**, или **окружной скоростью** точки. Величина скорости рассчитывается по формуле: $V = \omega h$, где ω – величина угловой скорости тела; h – расстояние от точки до оси вращения. Вектор скорости точки лежит в плоскости описываемой точкой окружности и направлен по касательной к ней в сторону вращения тела. Отношение скоростей двух точек вращающегося тела равно отношению расстояний от этих точек до оси: $\frac{V_{M1}}{V_{M2}} = \frac{h_1}{h_2}$.

Ускорение точки вращающегося твердого тела рассчитывается как ускорение точки при естественном способе задания движения в виде суммы векторов касательного и нормального ускорений: $\vec{a}_M = \vec{a}_\tau + \vec{a}_n$. Величины касательного, нормального и полного ускорений точки вращающегося тела, соответственно: $a_\tau = \varepsilon h$, $a_n = \omega^2 h$, $a_M = \sqrt{a_\tau^2 + a_n^2}$, где ω , ε – угловая скорость и угловое ускорение тела; h – расстояние от точки до оси вращения.

2.3. Плоскопараллельное движение твёрдого тела

Плоскопараллельным, или плоским движением твердого тела, называется такое движение, при котором все точки тела движутся параллельно некоторой неподвижной плоскости. Плоское движение представляется в виде суммы мгновенного поступательного движения, при котором все точки плоской фигуры движутся со скоростью выбранной точки-полюса, и мгновенного вращательного движения вокруг этого полюса.

Скорость любой точки M плоской фигуры равна векторной сумме вектора скорости точки-полюса и вектора скорости точки M при вращении тела вокруг этого полюса: $\vec{V}_M = \vec{V}_A + \vec{V}_{MA}$, где \vec{V}_M – скорость точки M ; \vec{V}_A – скорость полюса A ; \vec{V}_{MA} – вектор скорости точки M при вращении тела вокруг полюса A , модуль скорости $V_{MA} = \omega \cdot MA$, где ω – угловая скорость мгновенного вращательного движения тела вокруг полюса; MA – расстояние между полюсом A и точкой M .

Мгновенным центром скоростей называется такая точка P плоской фигуры, скорость которой в данный момент времени равна нулю. Выбрав в качестве полюса мгновенный центр скоростей, скорость любой точки плоской фигуры находят так, как если бы мгновенное движение фигуры было вращательным вокруг мгновенного центра скоростей.

Способы построения мгновенного центра скоростей

1. Если известны направления скоростей \vec{V}_A и \vec{V}_B каких-нибудь двух точек A и B плоской фигуры, то мгновенный центр скоростей находится в точке пересечения перпендикуляров, восстановленных из этих точек к векторам скоростей (рис. 2.1, *a*).

2. Если скорости \vec{V}_A и \vec{V}_B двух точек A и B плоской фигуры известны и параллельны друг другу, а линия AB перпендикулярна \vec{V}_A (и, конечно, \vec{V}_B), то мгновенный центр скоростей определяется как точка пересечения линий, проведенных через основания и вершины векторов скоростей (построение показано на рис. 2.1, *b, c*).

3. Если скорости \vec{V}_A и \vec{V}_B двух точек A и B параллельны друг другу, но линия AB , соединяющая эти точки, не перпендикулярна векторам скоростей (рис. 2.1, *d*), то мгновенная угловая скорость тела равна нулю и движение тела

в данный момент времени является мгновенным поступательным. В этом случае скорости всех точек равны по величине и направлению.

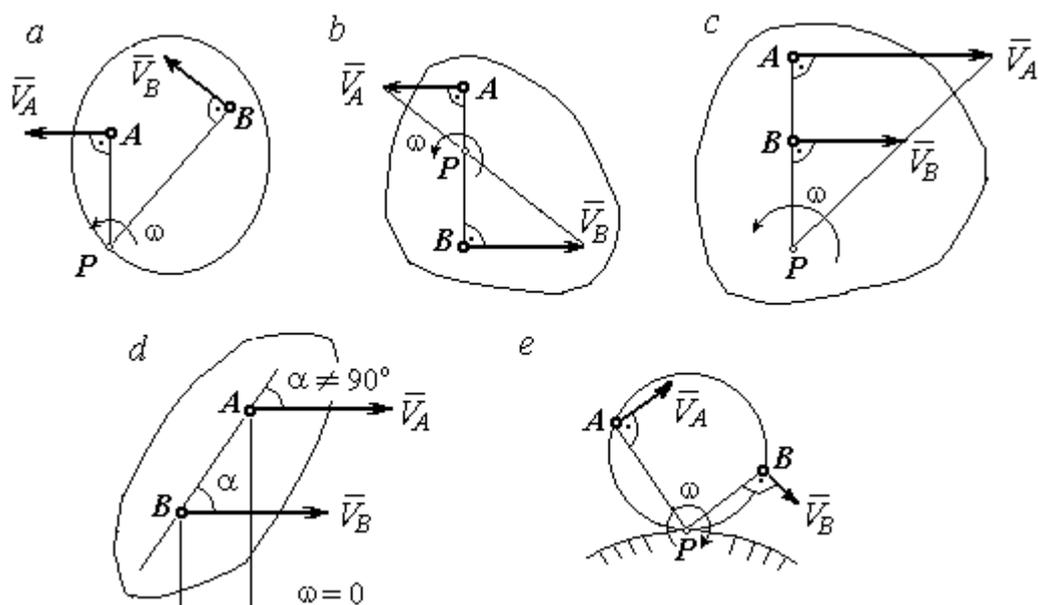


Рис. 2.1. Способы построения мгновенного центра скоростей

4. Если плоскопараллельное движение осуществляется путем качения без скольжения одного тела по неподвижной поверхности другого, то мгновенный центр скоростей расположен в точке касания катящегося тела с неподвижной поверхностью (рис. 2.1, e).

Ускорение любой точки M плоской фигуры при плоскопараллельном движении твердого тела представляется как сумма векторов – ускорения полюса и ускорения точки M при вращении фигуры вокруг полюса. Учитывая, что ускорение точки вращающегося тела представляется как сумма нормального и касательного ускорений, получим:

$$\vec{a}_M = \vec{a}_A + \vec{a}_{MA}^{\tau} + \vec{a}_{MA}^n,$$

где \vec{a}_A – ускорение полюса A ; \vec{a}_{MA}^{τ} , \vec{a}_{MA}^n – касательная и нормальная составляющие ускорения точки M при вращении фигуры вокруг полюса A .

Вектор нормального ускорения \vec{a}_{MA}^n всегда направлен от точки M к полюсу A . Вектор касательного ускорения \vec{a}_{MA}^τ направлен перпендикулярно отрезку AM в сторону вращения, если оно ускоренное (рис. 2.2, *a*), и против вращения, если оно замедленное (рис. 2.2, *b*). Численно величины касательного и

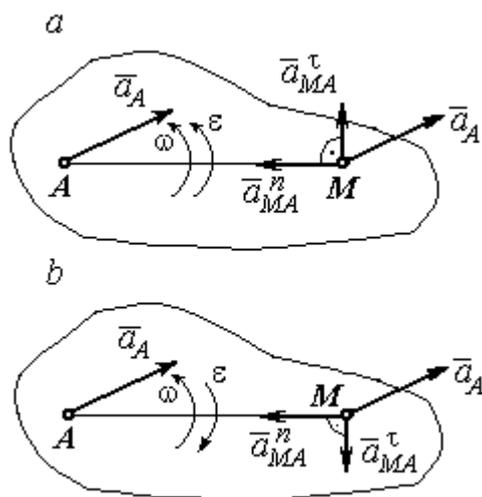


Рис. 2.2. Ускорение точки плоской фигуры:

a – ускоренное движение;
b – замедленное движение

нормального составляющих ускорения точки M определяются по формулам:

$$a_{MA}^\tau = \varepsilon \cdot AM, \quad a_{MA}^n = \omega^2 \cdot AM,$$

где ω , ε – угловая скорость и угловое ускорение тела (плоской фигуры); AM – расстояние от точки M до полюса A (см. рис. 2.2).

Если при движении плоской фигуры известны траектории движения полюса A и точки M , то для определения ускорения точки M используется векторное равенство

$$\vec{a}_M^\tau + \vec{a}_M^n = \vec{a}_A^\tau + \vec{a}_A^n + \vec{a}_{MA}^\tau + \vec{a}_{MA}^n,$$

где \vec{a}_M^τ , \vec{a}_M^n , \vec{a}_A^τ , \vec{a}_A^n – касательная и нормальная составляющие ускорения точки M и полюса A при движении их по заданным траекториям.

2.4. Задание К1. Определение скоростей и ускорений точек твердого тела при поступательном и вращательном движениях

По заданному движению одного из звеньев механизма $x_1 = x_1(t)$ (варианты 1, 3, 5, 7, 9) или $\varphi_1 = \varphi_1(t)$ (варианты 2, 4, 6, 8, 10) найти в момент времени t_1 скорость, касательное, нормальное и полное ускорения точки M звена механизма, совершающего вращательное движение, а также скорость и ускорение звена 4, совершающего поступательное движение.

Варианты заданий даны на рис. 2.3, 2.4. Исходные данные представлены в табл. 2.1.

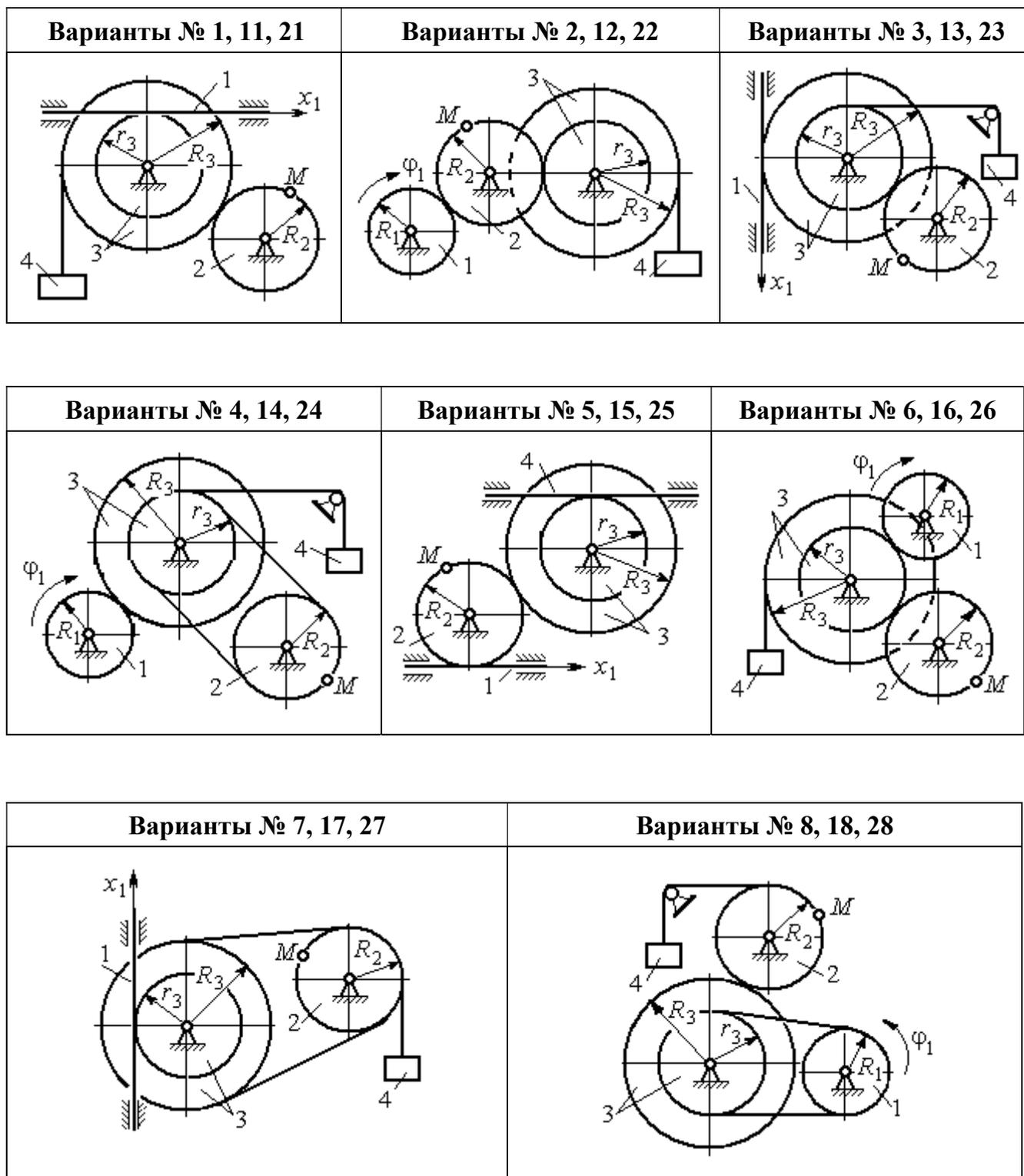


Рис. 2.3. Задание К1. Определение скоростей и ускорений точек при поступательном и вращательном движениях твёрдого тела.

Номера вариантов задания 1 – 8, 11 – 18, 21 – 28

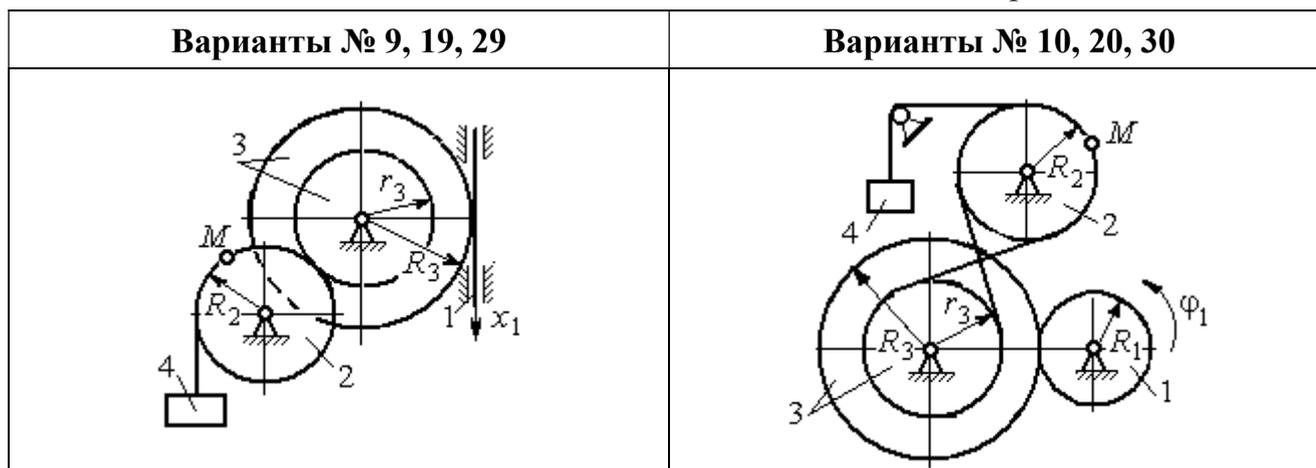


Рис. 2.4. Задание К1. Определение скоростей и ускорений точек при поступательном и вращательном движениях твёрдого тела.
Номера вариантов задания 9 – 10, 19 – 20, 29 – 30

Таблица 2.1

Исходные данные вариантов задания К1. Определение скоростей и ускорений точек при поступательном и вращательном движениях твёрдого тела

Номер варианта задания	$R_1, \text{см}$	$R_2, \text{см}$	$R_3, \text{см}$	$r_3, \text{см}$	$x_1(t), \text{см}$ $\varphi_1(t), \text{рад}$	$t_1, \text{с}$
1	–	40	45	35	$x_1(t) = (3t - 1)^2$	2
2	10	20	38	18	$\varphi_1(t) = t^2 + 6\cos(\pi t/6)$	3
3	–	30	42	18	$x_1(t) = 5t^2 - 2\cos(\pi t/2)$	1
4	15	30	45	20	$\varphi_1(t) = 5t^2 + \cos(\pi t/2)$	2
5	–	30	40	20	$x_1(t) = 6t - \cos(\pi t/3)$	3
6	10	20	30	10	$\varphi_1(t) = t^3 - \cos(\pi t/2)$	1
7	–	30	40	30	$x_1(t) = 2\sin(\pi t/2) + \cos(\pi t/2)$	2
8	8	10	30	25	$\varphi_1(t) = 5t + \cos(\pi t/2)$	2
9	–	18	30	18	$x_1(t) = 5t + \cos(\pi t/3)$	3
10	15	30	50	20	$\varphi_1(t) = 2t^2 + \sin(\pi t/4)$	2
11	–	30	40	25	$x_1(t) = (t^2 - 3t)$	2
12	12	20	40	28	$\varphi_1(t) = 3t^2 + 6\sin(\pi t/6)$	3
13	–	25	60	42	$x_1(t) = 2t^2 + \cos(\pi t/2)$	1
14	10	30	45	30	$\varphi_1(t) = 3t^2 + 2\cos(\pi t/2)$	2

Номер варианта задания	$R_1, \text{см}$	$R_2, \text{см}$	$R_3, \text{см}$	$r_3, \text{см}$	$x_1(t), \text{см}$ $\varphi_1(t), \text{рад}$	$t_1, \text{с}$
15	–	20	30	20	$x_1(t) = 3t^2 - \cos(\pi t/3)$	3
16	12	18	40	20	$\varphi_1(t) = 2t^3 + \cos(\pi t/2)$	1
17	–	20	35	15	$x_1(t) = 2 \sin(\pi t/2) - \cos(\pi t/2)$	2
18	15	18	40	25	$\varphi_1(t) = 5t + \cos(\pi t/2)$	1
19	–	22	50	18	$x_1(t) = t^2 + \cos(\pi t/3)$	3
20	10	20	45	10	$\varphi_1(t) = 2t^2 + \sin(\pi t/4)$	4
21	–	20	40	20	$x_1(t) = t + (3t - 4)^2$	2
22	8	18	42	18	$\varphi_1(t) = 2t^2 + 12 \cos(\pi t/6)$	3
23	–	45	60	40	$x_1(t) = 4t^2 + \sin(\pi t/2)$	1
24	5	15	30	20	$\varphi_1(t) = 2t^2 + 4 \cos(\pi t/2)$	2
25	–	15	35	25	$x_1(t) = 2t^2 + \cos(\pi t/3)$	3
26	18	20	35	20	$\varphi_1(t) = 2t^3 + \sin(\pi t/2)$	1
27	–	15	35	15	$x_1(t) = 2 \sin(\pi t/2) - \cos(\pi t/2)$	1
28	10	12	40	25	$\varphi_1(t) = 2t^2 + \cos(\pi t/2)$	1
29	–	35	50	10	$x_1(t) = t^3 - \cos(\pi t/2)$	1
30	10	20	40	10	$\varphi_1(t) = 2t^2 + \cos(\pi t/4)$	4

Пример выполнения задания К1. Определение скоростей и ускорений точек при поступательном и вращательном движениях твёрдого тела

По заданному уравнению движения звена 1 механизма (рис. 2.5, а) определить скорость, нормальное, касательное и полное ускорения точки M на момент времени t_1 , а также скорость и ускорение звена 4, если значения радиусов колес механизма и закон движения звена 1: $R_2 = 20$ см, $r_2 = 5$ см, $R_3 = 8$ см, $r_3 = 4$ см, $x_1 = 2t^2 - 5t$ см, $t_1 = 1$ с.

Решение

Отметим на схеме положительные направления отсчета углов поворота дисков 2 и 3, соответствующие заданному положительному направлению движения звена 1.

Направления показаны на рис 2.5, b дуговыми стрелками φ_2 , φ_3 , а положительное направление движения звена 4 – направлением оси x_4 .

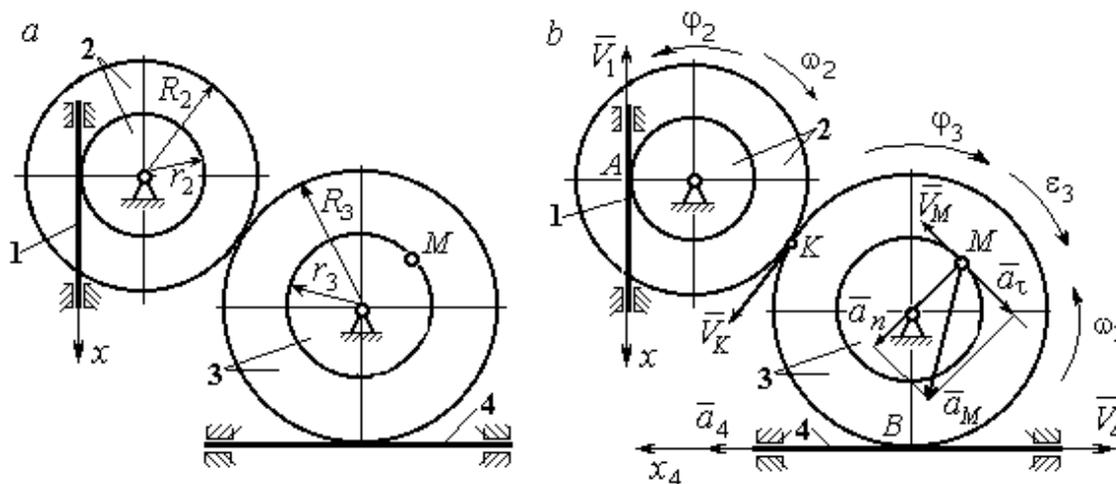


Рис. 2.5. Кинематика вращательного движения твердого тела:
 a – схема механизма; b – расчетная схема для определения скоростей и ускорений точек механизма

Звено 1 движется поступательно. Движение задано координатным способом в виде закона изменения координаты x . Дифференцируем по времени уравнение движения: $\dot{x} = 4t - 5$ см/с. В момент времени $t_1 = 1$ с значение производной: $\dot{x}(1) = -1$ см/с. Отрицательное значение производной \dot{x} показывает, что в данный момент времени звено 1 движется в отрицательном направлении оси x . Скорость звена 1 равна модулю производной: $V_1 = |\dot{x}|$. На рис. 2.5, b направление движения звена 1 в момент времени $t_1 = 1$ с показано вектором скорости \vec{V}_1 , направленным в сторону, противоположную положительному направлению оси x . Эту же скорость будет иметь точка A – точка контакта звена 1 с диском 2, лежащая на расстоянии r_2 от оси вращения диска. Следовательно, $V_1 = V_A = \omega_2 r_2$, где ω_2 – угловая скорость диска 2. Отсюда угловая скорость диска: $\omega_2 = \frac{V_A}{r_2} = \frac{|4t - 5|}{5} = |\dot{\varphi}_2|$ рад/с. При $t_1 = 1$ с значение производной отрицательно: $\dot{\varphi}_2(1) = -0,2$ рад/с. Это означает, что в заданный момент времени вращение диска 2 с угловой скоростью $\omega_2(1) = |\dot{\varphi}_2(1)| = 0,2$ рад/с происходит

в отрицательном для диска 2 направлении. На рис. 2.5, *b* направление вращения диска 2 показано дуговой стрелкой ω_2 в сторону, противоположную положительному направлению отсчета угла φ_2 . При передаче вращения диска 2 диску 3 величины угловых скоростей дисков обратно пропорциональны радиусам дисков, которым принадлежит точка контакта: $\frac{\omega_2}{\omega_3} = \frac{R_3}{R_2}$. Тогда, угловая скорость диска 3

$$\omega_3 = \omega_2 \frac{R_2}{R_3} = |2t - 2,5| = |\dot{\varphi}_3| \text{ рад/с.}$$

В момент времени $t_1 = 1$ с значение производной $\dot{\varphi}_3$ отрицательно: $\dot{\varphi}_3(1) = -0,5$ рад/с, и, следовательно, вращение диска 3 в данный момент времени с угловой скоростью $\omega_3(1) = |\dot{\varphi}_3(1)| = 0,5$ рад/с происходит в сторону, противоположную положительному направлению отсчета угла φ_3 , как показано на рис. 2.5, *b*. Величина (модуль) скорости точки M рассчитывается по формуле: $V_M = \omega_3 r_3$. В момент времени $t_1 = 1$ с модуль скорости $V_M(1) = 2$ см/с. Вектор скорости \vec{V}_M расположен по касательной к траектории движения точки M (окружности) и направлен в сторону вращения диска 3 (см. рис. 2.5, *b*).

Звено 4 движется поступательно. Скорость звена 4 равна скорости точки касания его с диском 3: $V_4 = V_B = \omega_3 R_3 = |2t - 2,5| \cdot 8 = |\dot{x}_4|$. В момент времени $t_1 = 1$ с значение производной от координаты движения звена 4 отрицательно: $\dot{x}_4(1) = -4$ см/с. В результате, вектор скорости $\vec{V}_4(1)$, равный по модулю $V_4(1) = 4$ см/с, направлен вдоль оси x_4 в сторону, противоположную ее положительному направлению (см. рис. 2.5, *b*).

Угловое ускорение диска 3: $\varepsilon_3(t) = |\dot{\omega}_3| = |\ddot{\varphi}_3| = 2$ рад/с². Из того, что угловая скорость ω_3 и угловое ускорение $\dot{\omega}_3$ диска 3 имеют разные знаки, следует, что вращение диска 3 замедленное. Угловое ускорение диска направлено в сторону положительного направления отсчета угла поворота φ_3 , диска 3 (см. рис. 2.5, *b*).

Касательное ускорение a_τ точки M рассчитывается по формуле $a_\tau = \varepsilon_3 r_3$ и в момент времени $t_1 = 1$ с: $a_\tau = 8$ см/с². Так как вращение диска 3 замедленное, вектор касательного ускорения точки M $\vec{a}_\tau(t)$ направлен в сторону, противоположную вектору скорости $\vec{V}_M(1)$ (см. рис. 2.5, *b*). Нормальное ускорение a_n точки M рассчитывается как $a_n = \omega_3^2 r_3$. В момент времени $t_1 = 1$ с величина нормального ускорения: $a_n(1) = 1$ см/с². Вектор нормального ускорения $\vec{a}_n(1)$ направлен по радиусу к центру диска 3 (см. рис. 2.5, *b*). Полное ускорение точки M в заданный момент времени: $a_M(1) = \sqrt{a_\tau^2(1) + a_n^2(1)} = 8,06$ см/с². Вектор полного ускорения \vec{a}_M направлен по диагонали прямоугольника, построенного на векторах \vec{a}_n и \vec{a}_τ .

Ускорение a_4 звена 4 находится из условия, что звено 4 движется поступательно и прямолинейно. При прямолинейном движении нормальная составляющая ускорения равна нулю. Тогда $a_4 = a_{4\tau} = \dot{V}_4 = \dot{V}_B = |\dot{\omega}_3| R_3 = \varepsilon_3 R_3$.

Так как угловое ускорение диска 3 является постоянной величиной, ускорение a_4 не зависит от времени: $a_4 = 16$ см/с². Вектор ускорения \vec{a}_4 направлен вдоль оси x_4 в сторону положительных значений.

2.5. Задание К2. Определение скоростей точек твёрдого тела при плоскопараллельном движении

Для заданного положения плоского механизма определить скорости точек и угловые скорости звеньев механизма.

Варианты заданий показаны на рис. 2.6 – 2.8. Исходные данные вариантов заданий выбираются из таблиц, приведённых на рисунках схем механизмов.

Варианты № 1, 11, 21							Варианты № 2, 12, 22						
<p>Найти: $V_A, V_B, V_C, \omega_{AB}, \omega_{BC}, \omega_1, \omega_{BD}$</p>							<p>Найти: $V_A, V_B, V_K, \omega_1, \omega_{AB}, \omega_{OA}, \omega_{BE}, \omega_{BK}$</p>						
Номер варианта задания	R_1 , см	r_1 , см	AD , см	α , град	V_2 , см/с	V_3 , см/с	Номер варианта задания	R_1 , см	OA , см	OE , см	α , град	β , град	V_C , см/с
1	10	5	20	30	8	10	2	3	5	4	30	60	10
11	12	8	25	45	10	4	12	4	8	6	45	90	8
21	10	6	15	60	5	5	22	5	12	2	60	120	12

Варианты № 3, 13, 23							Варианты № 4, 14, 24						
<p>Найти: $V_A, V_B, V_C, V_D, V_E, \omega_{BC}, \omega_1, \omega_{DE}$</p>							<p>Найти: $V_A, V_C, V_E, \omega_1, \omega_2, \omega_{AC}$</p>						
Номер варианта задания	R_1 , см	OC , см	AB , см	BC , см	α , град	ω_{OC} , рад/с	Номер варианта задания	R_1 , см	R_2 , см	α , град	β , град	V_3 , см/с	V_4 , см/с
3	12	18	10	35	60	4	4	10	15	30	60	8	4
13	10	15	10	25	90	8	14	6	10	45	90	4	6
23	15	20	5	20	120	6	24	10	12	60	120	3	3

Рис. 2.6. Задание К2. Определение скоростей точек тела при плоскопараллельном движении. Номера вариантов задания 1 – 4, 11 – 14, 21 – 24

Варианты № 5, 15, 25							Варианты № 6, 16, 26						
<p>Найти: $V_A, V_B, V_C, V_D, V_E, \omega_2, \omega_3, \omega_{EC}$</p>							<p>Найти: $V_A, V_B, V_K, V_E, \omega_1, \omega_{OA}, \omega_{AB}, \omega_{AD}, \omega_{KE}$</p>						
Номер варианта задания	R_1 , см	R_2 , см	R_3 , см	α , град	β , град	ω_{OB} , рад/с	Номер варианта задания	R_1 , см	OA , см	α , град	β , град	φ , град	V_D , см/с
5	10	20	12	60	0	6	6	10	20	30	60	60	12
15	6	18	10	90	90	8	16	12	26	30	30	90	8
25	20	25	15	120	180	4	26	15	30	60	60	120	15

Варианты № 7, 17, 27							Варианты № 8, 18, 29						
<p>Найти: $V_A, V_B, V_C, \omega_1, \omega_{OA}, \omega_{AB}, \omega_{AC}$</p>							<p>Найти: $V_A, V_B, V_D, \omega_1, \omega_{OA}, \omega_{AB}, \omega_{AD}$</p>						
Номер варианта задания	R_1 , см	AB , см	α , град	β , град	φ , град	V_D , см/с	Номер варианта задания	R_1 , см	OA , см	α , град	β , град	V_2 , см/с	V_3 , см/с
7	10	20	30	60	60	12	8	10	20	30	60	12	4
17	12	25	60	120	90	16	18	12	26	30	30	8	2
27	8	16	30	60	120	10	28	15	30	60	60	6	3

Рис. 2.7. Задание К2. Определение скоростей точек тела при плоскопараллельном движении. Номера вариантов задания 5 – 8, 15 – 18, 25 – 28

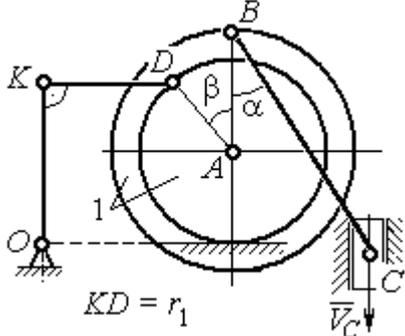
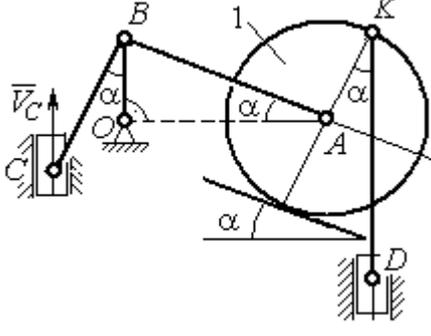
Варианты № 9, 19, 29							Варианты № 10, 20, 30						
 <p>Найти: $\omega_{OK}, \omega_{KD}, \omega_{BC}, \omega_1,$ V_A, V_B, V_K, V_D</p>							 <p>Найти: $V_A, V_B, V_D, V_K,$ $\omega_{CB}, \omega_1, \omega_{OB}, \omega_{AB}, \omega_{KD}$</p>						
Номер варианта задания	$R_1,$ см	$r_1,$ см	$\alpha,$ град	$\beta,$ град	$BC,$ см	$V_C,$ см/с	Номер варианта задания	$R_1,$ см	$CB,$ см	$OB,$ см	$KD,$ см	$\alpha,$ град	$V_C,$ см/с
9	20	12	45	60	60	8	10	10	20	30	60	30	4
19	24	16	60	90	50	4	20	12	26	30	50	45	2
29	16	10	30	120	40	6	30	15	30	60	60	60	3

Рис. 2.8. Задание К2. Определение скоростей точек тела при плоскопараллельном движении. Номера вариантов задания 9 – 10, 19 – 20, 29 – 30

Пример выполнения задания К2. Определение скоростей точек твёрдого тела при плоскопараллельном движении

Задача 1. Плоский механизм (рис. 2.9) состоит из стержня OC и подвижных дисков 2 и 3 радиусами r_2, r_3 , шарнирно закрепленными на стержне, соответственно, в точках A и C . Стержень OC вращается вокруг неподвижного центра O с угловой скоростью ω_{OC} . Диск 2, увлекаемый стержнем OC , катится без проскальзывания по неподвижной поверхности диска 1 радиусом r_1 . Диск 3, также увлекаемый стержнем OC , катится без проскальзыва-

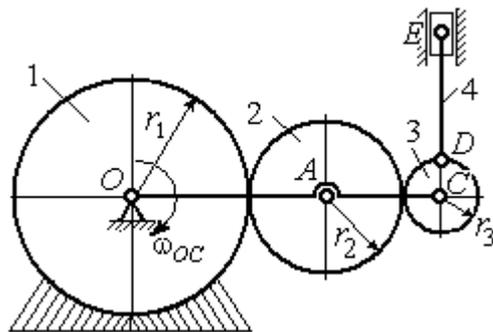


Рис. 2.9. Схема плоского механизма

ния по подвижному диску 2. В точке D , расположенной на краю диска 3, шарнирно прикреплен стержень 4, к которому в точке E шарнирно прикреплен поршень E , способный совершать только вертикальное перемещение. Для заданного положения механизма (см. рис. 2.9), когда стержень OC горизонтален, стержень DE направлен по линии вертикального диаметра диска 3, найти скорости точек A , C , D , E , угловые скорости дисков 2, 3 и стержня 4, если: $r_1 = 6$ см, $r_2 = 4$ см, $r_3 = 2$ см, $DE = 10$ см, $\omega_{OC} = 1$ рад/с.

Решение

Определим скорость точки A , общей для стержня OC и диска 2:
 $V_A = \omega_{OC}(r_1 + r_2) = 10$ см/с. Вектор скорости \vec{V}_A перпендикулярен стержню OC

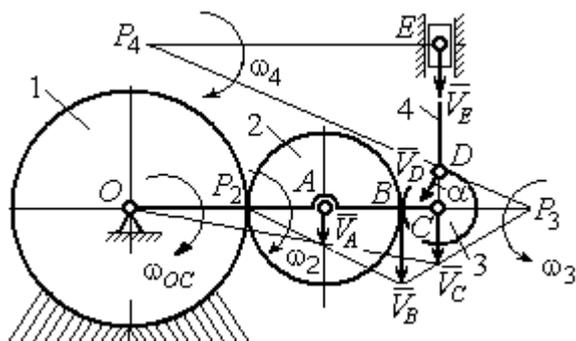


Рис. 2.10. Расчетная схема для определения скоростей точек механизма и угловых скоростей его звеньев

и направлен в сторону его вращения (рис. 2.10).

Диск 2 катится по неподвижной поверхности диска 1. Точка касания диска 2 с неподвижным диском 1 является мгновенным центром скоростей диска 2. На рис. 2.10 центр скоростей диска 2 обозначен точкой P_2 . В этом случае скорость точки A может быть

определена через угловую скорость диска ω_2 следующим образом:

$V_A = \omega_2 \cdot AP_2 = 4\omega_2$. Так как $V_A = 10$ см/с, получим $\omega_2 = 2,5$ рад/с.

Для того чтобы найти угловую скорость диска 3, необходимо определить положение его мгновенного центра скоростей. С этой целью вычислим скорости точек B и C . Скорость точки B может быть найдена через угловую скорость диска 2: $V_B = \omega_2 \cdot BP_2 = 20$ см/с. Вектор скорости \vec{V}_B перпендикулярен отрезку BP_2 и направлен в сторону мгновенного вращения диска 2 вокруг своего центра скоростей P_2 .

Скорость точки C определяется через угловую скорость стержня OC : $V_C = \omega_{OC}(r_1 + 2r_2 + r_3) = 16$ см/с. Вектор скорости \vec{V}_C перпендикулярен стержню OC и направлен в сторону его вращения (см. рис. 2.10).

Построение мгновенного центра скоростей P_3 диска 3 по известным скоростям \vec{V}_B и \vec{V}_C показано на рис. 2.10. Его положение определяется из условия, что отношение скоростей двух точек тела, совершающего плоскопараллельное движение, равно отношению расстояний от этих точек до мгновенного центра скоростей:

скоростей: $\frac{V_B}{V_C} = \frac{r_3 + CP_3}{CP_3}$. Разрешая пропорцию относительно неизвестной величины CP_3 , получим: $CP_3 = 8$ см. Скорость точки C выражается через угловую

скорость диска 3 $V_C = \omega_3 \cdot CP_3$. Отсюда величина угловой скорости диска 3:

$\omega_3 = \frac{V_C}{CP_3} = 2$ рад/с. Направление мгновенного вращения диска 3 вокруг своего

центра скоростей определяется известными направлениями скоростей точек C и B , принадлежащих диску 3 (см. рис. 2.10). Скорость точки D $V_D = \omega_3 \cdot DP_3 = 2 \cdot \sqrt{2^2 + 8^2} = 16,5$ см/с. Вектор скорости \vec{V}_D перпендикулярен отрезку DP_3 и направлен в сторону мгновенного вращения диска 3 вокруг центра P_3 .

Для определения скорости поршня E воспользуемся теоремой о проекциях скоростей точек плоской фигуры, согласно которой проекции скоростей двух точек плоской фигуры на ось, проходящую через эти точки, равны между собой. Проведем ось через точки D и E . По построению, угол α между вектором \vec{V}_D и осью DE равен углу $\angle DP_3C$ (см. рис. 2.10). Тогда,

$\cos \alpha = \frac{CP_3}{DP_3} = \frac{8}{\sqrt{2^2 + 8^2}} = 0,97$, откуда $\alpha = 14^\circ$. На основании теоремы о проекциях

скоростей точек плоской фигуры имеем равенство: $V_D \cos \alpha = V_E \cos 0$, откуда скорость точки E : $V_E = 16$ см/с.

Мгновенный центр скоростей стержня 4 – точка P_4 – определяется как точка пересечения перпендикуляров к векторам скоростей \vec{V}_D и \vec{V}_E , восстановленных, соответственно, из точек D и E (см. рис. 2.10). Угловая скорость стержня 4, совершающего мгновенный поворот вокруг своего центра скоростей, равна: $\omega_4 = \frac{V_E}{EP_4}$, где EP_4 – расстояние от точки E до мгновенного центра скоростей звена 4, $EP_4 = DE \cdot \operatorname{ctg} \alpha = 40$ см. В результате, $\omega_4 = 0,4$ рад/с. Направление мгновенного вращения звена 4 вокруг своего центра скоростей определяется направлением скорости точки D .

Задача 2. В плоском стержневом механизме (рис. 2.11) кривошипы OA и ED вращаются вокруг неподвижных центров O и E . В крайней точке D кривошипа ED к нему прикреплен шатун DB , второй конец которого в точке B прикреплен к кривошипу OA . Шатун AC прикреплен в точке A к кривошипу AO , а другим своим концом – к ползуну C , способному совершать только вертикальное движение. Все соединения шарнирные. В заданном положении механизма кривошип OA вертикален, шатун DB расположен горизонтально, кривошип ED наклонен под углом 60° к горизонтали, а шатун AC отклонен на угол 30° от вертикального положения кривошипа AO . Найти скорости всех отмеченных на схеме точек и угловые скорости всех звеньев, если линейные размеры звеньев механизма $AC = 6$ см, $AB = 2$ см, $BO = 8$ см, $DB = 10$ см и скорость ползуна в данный момент $V_C = 4$ см/с.

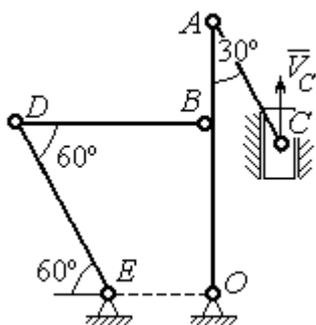


Рис. 2.11. Стержневой механизм

Решение

Кривошипы OA и ED совершают вращательные движения вокруг неподвижных центров. Скорости \vec{V}_A и \vec{V}_B точек A и B перпендикулярны кривоши-

пу OA , а скорость \vec{V}_D точки D перпендикулярна кривошипу ED . Направления векторов скоростей точек показаны на рис. 2.12.

Шатун AC совершает плоскопараллельное движение. Его мгновенный центр скоростей P_1 находится как точка пересечения перпендикуляров к скоростям \vec{V}_A и \vec{V}_C . Угловая скорость звена AC равна

$$\omega_{AC} = \frac{V_C}{P_1C} = \frac{V_C}{AC \cdot \sin 30^\circ} = \frac{4}{3} \text{ рад/с.}$$

Далее, полагая, что точка A принадлежит шатуну AC , найдем её скорость:

$$V_A = \omega_{AC} \cdot P_1A = \frac{4}{3} AC \cdot \cos 30^\circ = 4\sqrt{3} \text{ см/с.}$$

Теперь, исходя из того, что точка A принадлежит как шатуну AC , так и кривошипу OA , найдём его угловую скорость: $\omega_{AO} = \frac{V_A}{AO} = 0,4\sqrt{3} \text{ рад/с.}$ Скорость точки B кривошипа $V_B = \omega_{AO} \cdot OB = 3,2\sqrt{3} \text{ см/с.}$

Шатун DB совершает плоскопараллельное движение. Зная направления скоростей точек B и D , построим мгновенный центр скоростей P_2 звена DB как точку пересечения перпендикуляров к скоростям \vec{V}_B и \vec{V}_D (см. рис. 2.12). Тогда, угловая скорость шатуна DB

$$\omega_{DB} = \frac{V_B}{P_2B} = \frac{3,2\sqrt{3}}{DB \cdot \operatorname{tg} 60^\circ} = 0,32 \text{ рад/с.}$$

Скорость точки D $V_D = \omega_{DB} \cdot P_2D = 0,32 \frac{DB}{\sin 30^\circ} = 6,4 \text{ см/с.}$ Угловая скорость кривошипа

$$\omega_{DE} = \frac{V_D}{DE} = \frac{6,4}{(OB / \sin 60^\circ)} = 0,69 \text{ рад/с.}$$

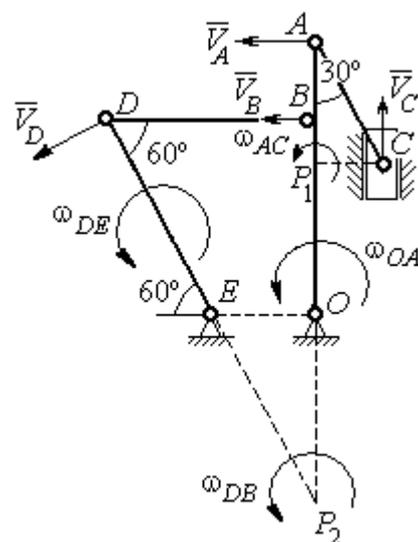
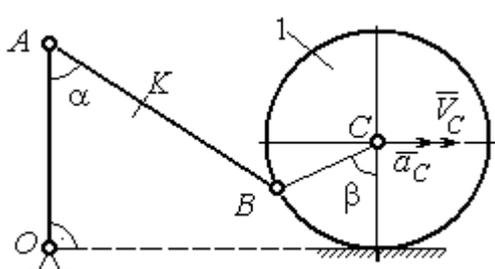
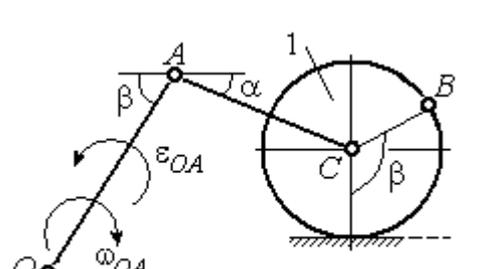


Рис. 2.12. Расчётная схема определения скоростей точек механизма и угловых скоростей его звеньев

2.6. Задание К3. Определение ускорений точек твёрдого тела при плоскопараллельном движении

Для заданного положения плоского механизма определить ускорения точек звеньев механизма и угловые ускорения звеньев. Варианты заданий и исходные данные приведены на рис. 2.13 – 2.15.

Варианты № 1, 11, 21								Варианты № 2, 12, 22							
 <p style="text-align: center;">Найти: $a_A, a_K, \varepsilon_{AB}$</p>								 <p style="text-align: center;">Найти: $a_C, a_B, \varepsilon_{AC}$</p>							
Номер варианта задания	AB, см	AK, см	α , град	β , град	R_1 , см	V_C , см/с	a_C , см/с ²	Номер варианта задания	R_1 , см	OA, см	AC, см	α , град	β , град	ω_{OA} , рад/с	ε_{OA} , рад/с ²
1	16	10	60	120	10	12	6	2	5	10	12	30	60	2	4
11	20	16	30	60	8	10	8	12	8	24	20	30	120	1	2
21	18	10	60	180	6	8	4	22	6	12	15	60	90	2	3

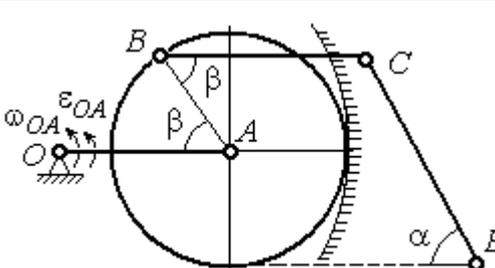
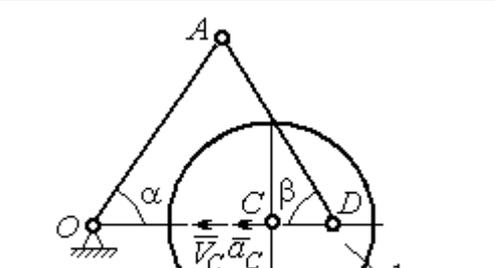
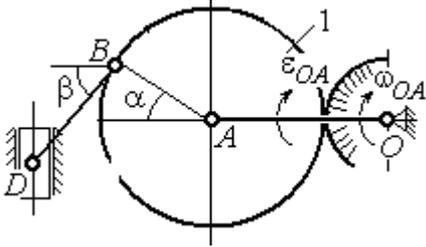
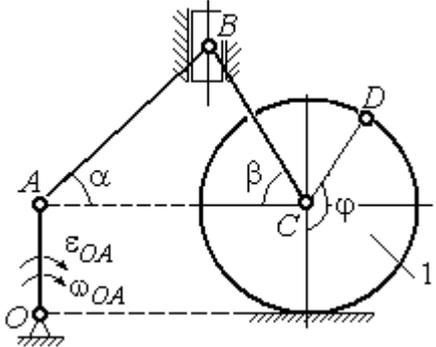
Варианты № 3, 13, 23								Варианты № 4, 14, 24							
 <p style="text-align: center;">Найти: $a_C, a_B, \varepsilon_{BC}$</p>								 <p style="text-align: center;">Найти: $a_A, a_D, \varepsilon_{DA}$</p>							
Номер варианта задания	BC, см	AO, см	α , град	β , град	R_1 , см	ω_{OA} , рад/с	ε_{OA} , рад/с ²	Номер варианта задания	R_1 , см	OA, см	DC, см	α , град	β , град	V_C , см/с	a_C , см/с ²
3	16	15	60	90	10	2	3	4	10	28	5,78	60	30	10	2
13	18	12	90	60	8	3	2	14	8	24	4,62	30	90	8	3
23	14	12	30	120	10	2	4	24	6	20	6	45	45	12	2

Рис. 2.13. Задание К3. Определение ускорений точек тела при плоскопараллельном движении. Номера вариантов задания 1 – 4, 11 – 14, 21 – 24

Варианты № 5, 15, 25								Варианты № 6, 16, 26							
 <p>Найти: a_D, a_B, ϵ_{BD}</p>								 <p>Найти: a_B, a_D, ϵ_{BC}</p>							
Номер варианта задания	OA , см	BD , см	α , град	β , град	R_1 , см	ω_{OA} , рад/с	ϵ_{OA} , рад/с ²	Номер варианта задания	R_1 , см	AB , см	φ , град	α , град	β , град	ω_{OA} , рад/с	ϵ_{OA} , рад/с ²
5	16	10	60	30	10	4	3	6	6	18	60	30	30	2	3
15	18	8	90	45	12	2	4	16	8	20	90	60	30	2	4
25	14	12	30	60	8	3	2	26	5	16	120	30	60	3	4

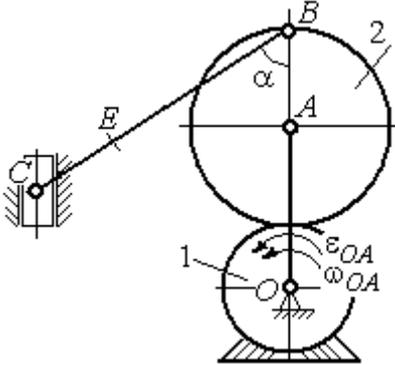
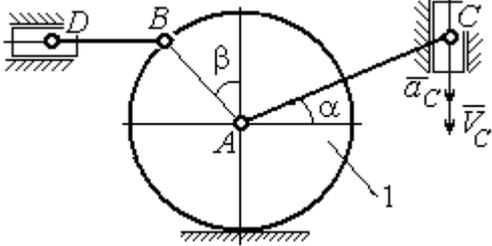
Варианты № 7, 17, 27								Варианты № 8, 18, 28							
 <p>Найти: a_E, a_C, ϵ_{BC}</p>								 <p>Найти: a_D, a_B, ϵ_{BD}</p>							
Номер варианта задания	BC , см	BE , см	α , град	R_1 , см	R_2 , см	ω_{OA} , рад/с	ϵ_{OA} , рад/с ²	Номер варианта задания	R_1 , см	BD , см	AC , см	α , град	β , град	V_C , см/с	a_C , см/с ²
7	22	10	60	2	10	2	3	8	4	5	12	60	60	12	5
17	28	15	30	3	6	3	4	18	6	10	16	45	90	10	8
27	20	8	45	4	8	2	2	28	8	8	16	30	120	8	6

Рис. 2.14. Задание К3. Определение ускорений точек тела при плоскопараллельном движении. Номера вариантов задания 5 – 8, 15 – 18, 25 – 28

Варианты № 9, 19, 29								Варианты № 10, 20, 30							
<p>Найти: a_C, a_B, ϵ_{AB}</p>								<p>Найти: a_A, a_B, ϵ_{CB}</p>							
Номер варианта задания	OA, см	DC, см	alpha, град	beta, град	R1, см	omega_OA, рад/с	epsilon_OA, рад/с²	Номер варианта задания	R1, см	BC, см	phi, град	alpha, град	beta, град	V_C, см/с	a_C, см/с²
9	18	10	30	120	4	2	3	10	6	14	60	30	120	15	3
19	20	12	60	60	6	3	4	20	5	18	45	60	90	10	5
29	18	8	60	90	4	2	3	30	4	16	30	45	60	12	4

Рис. 2.15. Задание К3. Определение ускорений точек тела при плоскопараллельном движении. Номера вариантов задания 9 – 10, 19 – 20, 29 – 30

Примеры решения задания К3. Определение ускорений точек тела при плоскопараллельном движении

Задача 1. Ступенчатый барабан 1 с радиусами ступенек $R = 0,5$ м и $r = 0,3$ м катится окружностью малой ступеньки по горизонтальной поверхности без скольжения (рис. 2.16). Барабан приводится в движение шатуном AC, один конец которого соединён с центром барабана в точке A, а другой – с ползуном C, перемещающимся вертикально.

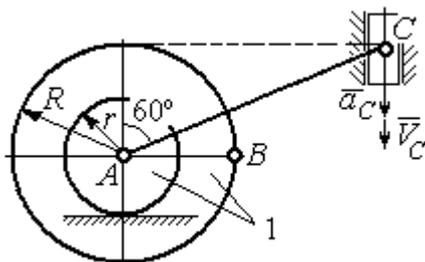


Рис. 2.16. Схема движения плоского механизма

В положении механизма, когда шатун AC отклонён от вертикали на угол 60° , найти ускорение точки B барабана, лежащей на его горизонтальном диаметре, если заданы скорость и ускорение ползуна C: $V_C = 9$ м/с, $a_C = 4$ м/с².

В положении механизма, когда шатун AC отклонён от вертикали на угол 60° , найти ускорение точки B барабана, лежащей на его горизонтальном диаметре, если заданы скорость и ускорение ползуна C: $V_C = 9$ м/с, $a_C = 4$ м/с².

Решение

Найдём угловые скорости ω_{AC} , ω_1 шатуна AC и барабана 1. Шатун совершает плоское движение. Его мгновенный центр скоростей P_2 находится на пересечении перпендикуляров к скоростям \vec{V}_A и \vec{V}_C (рис. 2.17). По условию, скорость точки C направлена вертикально вниз. Точка A принадлежит как шатуну AC , так и барабану 1. При качении барабана по горизонтальной поверхности скорость его центра – точки A параллельна поверхности качения барабана.

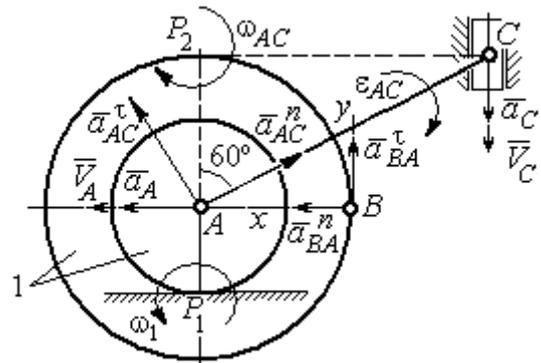


Рис. 2.17. Расчётная схема определения скоростей и ускорений точек механизма

Угловая скорость шатуна

$$\omega_{AC} = \frac{V_C}{CP_2} = \frac{9}{R \operatorname{tg} 60^\circ} = 6\sqrt{3} \text{ рад/с.}$$

Скорость точки A шатуна

$$V_A = \omega_{AC} \cdot AP_2 = 3\sqrt{3} \text{ м/с. Угловая скорость барабана 1 } \omega_1 = \frac{V_A}{AP_1} = 10\sqrt{3} \text{ рад/с.}$$

При расчёте угловой скорости барабана учтено, что качение барабана по неподвижной поверхности представляет собой плоское движение, при котором мгновенный центр скоростей находится в точке касания с поверхностью (в точке P_1 на рис. 2.17).

Выразим ускорение \vec{a}_A точки A через полюс C на основании векторного равенства: $\vec{a}_A = \vec{a}_C + \vec{a}_{AC}^\tau + \vec{a}_{AC}^n$, где \vec{a}_C – ускорение точки C , выбранной в качестве полюса; \vec{a}_{AC}^τ , \vec{a}_{AC}^n – касательная и нормальная составляющие ускорения точки A при вращении шатуна AC вокруг полюса C . Вектор нормального ускорения \vec{a}_{AC}^n направлен вдоль шатуна AC от точки A к полюсу C и равен по величине $a_{AC}^n = \omega_{AC}^2 \cdot AC = (6\sqrt{3})^2 \cdot 2R = 108 \text{ м/с}^2$. Вектор касательного ускорения

\vec{a}_{AC}^{τ} , модуль которого вычисляется по формуле $a_{AC}^{\tau} = \varepsilon_{AC} \cdot AC$, направлен перпендикулярно отрезку AC .

На данном этапе величина вектора касательного ускорения не может быть вычислена, поскольку угловое ускорение шатуна AC ε_{AC} неизвестно. На рис. 2.17 направление вектора касательного ускорения \vec{a}_{AC}^{τ} выбрано из предположения, что вращение шатуна ускоренное и направление углового ускорения совпадает с направлением его угловой скорости.

Направление вектора \vec{a}_A ускорения точки A определяется из того, что центр барабана движется по прямой, параллельной горизонтальной поверхности качения. На рис. 2.17 направление вектора ускорения \vec{a}_A выбрано из предположения, что качение барабана ускоренное.

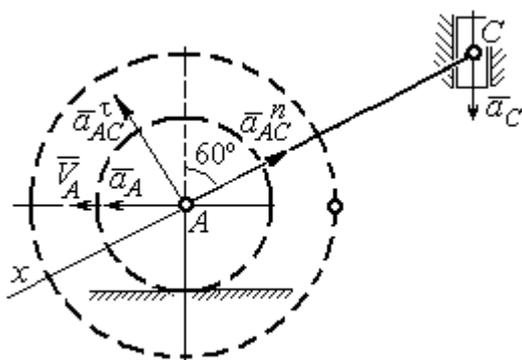


Рис. 2.18. Схема для определения ускорения центра барабана

Выберем ось x вдоль линии AC (рис. 2.18) и спроектируем векторное равенство $\vec{a}_A = \vec{a}_C + \vec{a}_{AC}^{\tau} + \vec{a}_{AC}^n$ на эту ось. При таком выборе оси проекция неизвестного ускорения \vec{a}_{AC}^{τ} обращается в нуль. Получим $a_A \cos 30^\circ = a_C \cos 60^\circ - a_{AC}^n$. Отсюда найдём ускорение центра барабана

$$a_A = \frac{1}{\cos 30^\circ} (a_C \cos 60^\circ - a_{AC}^n) = -122,4 \text{ м/с}^2. \text{ Отрицательное значение ускорения}$$

точки A означает, что на рис. 2.17, 2.18 вектор ускорения \vec{a}_A должен иметь противоположное направление. Таким образом, вектор ускорения \vec{a}_A направлен в сторону, противоположную вектору скорости \vec{V}_A , и движение барабана замедленное.

Для того чтобы найти ускорение точки B , выразим его через полюс A на основании векторного равенства $\vec{a}_B = \vec{a}_A + \vec{a}_{BA}^{\tau} + \vec{a}_{BA}^n$, где \vec{a}_A – ускорение

точки A , выбранной в качестве полюса; \vec{a}_{BA}^τ , \vec{a}_{BA}^n – касательная и нормальная составляющие ускорения точки B при вращении барабана вокруг полюса A .

Модуль вектора нормального ускорения \vec{a}_{BA}^n равен по величине $a_{BA}^n = \omega_1^2 \cdot BA = (10\sqrt{3})^2 \cdot R = 150 \text{ м/с}^2$. Вектор направлен вдоль радиуса барабана от точки B к полюсу A (см. рис. 2.17).

Модуль вектора касательного ускорения \vec{a}_{BA}^τ вычисляется по формуле $a_{BA}^\tau = \varepsilon_1 \cdot BA$, где ε_1 – угловое ускорение барабана. Значение углового ускорения катящегося барабана (в отличие от углового ускорения ε_{AC} шатуна AC) может быть найдено. Расчёт основан на том, что при движении барабана расстояние AP_1 от точки A до центра скоростей барабана P_1 остаётся постоянным, равным r . Тогда выражение $V_A = \omega_1 \cdot AP_1 = \omega_1 \cdot r$ для расчёта скорости точки A можно продифференцировать. Получим $\frac{dV_A}{dt} = \frac{d\omega_1}{dt} \cdot r$. Так как точка A движется по прямой, производная от скорости точки равна её полному ускорению, а производная от угловой скорости барабана равна его угловому ускорению. Тогда имеем: $a_A = \varepsilon_1 \cdot r$, откуда находим угловое ускорение $\varepsilon_1 = \frac{a_A}{r} = 40,8 \text{ рад/с}^2$, а затем и модуль вектора касательного ускорения $a_{BA}^\tau = \varepsilon_1 \cdot BA = 20,4 \text{ м/с}^2$.

Заметим, что для вычисления углового ускорения ε_{AC} шатуна AC подобные рассуждения неприменимы. Формулу $V_A = \omega_{AC} \cdot AP_2$ невозможно продифференцировать, так как при движении механизма расстояние AP_2 от точки A до центра скоростей P_2 шатуна AC является неизвестной функцией времени.

Выберем систему координат xBy как показано на рис. 2.17, и спроецируем на эти оси векторное равенство $\vec{a}_B = \vec{a}_A + \vec{a}_{BA}^\tau + \vec{a}_{BA}^n$. Полагая, что движение барабана ускоренное (т. е. вектора ускорений \vec{a}_A и \vec{a}_{BA}^τ направлены, как показано на рис. 2.17), получим значения составляющих ускорения точки B :

$a_{Bx} = a_A + a_{BA}^n$, $a_{By} = a_{BA}^\tau$. Подставляя значения ускорений, найдём $a_{By} = 20,4 \text{ м/с}^2$, $a_{Bx} = -122,4 + 150 = 27,6 \text{ м/с}^2$. Вектор полного ускорения точки B направлен по диагонали прямоугольника, построенного на векторах \vec{a}_{Bx} , \vec{a}_{By} . Величина ускорения точки B : $a_B = \sqrt{a_{Bx}^2 + a_{By}^2} = 34,32 \text{ м/с}^2$.

Задача 2. В плоском механизме (рис. 2.19) кривошип OA вращается вокруг оси O с угловой скоростью ω_{OA} и угловым ускорением ε_{OA} . Диск 2, шарнирно присоединённый к кривошипу в точке A , катится без проскальзывания по неподвижному диску 1.

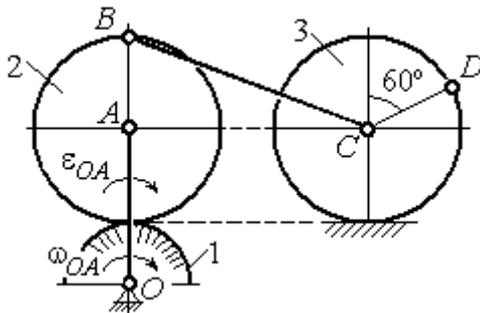


Рис. 2.19. Схема движения плоского механизма

Радиусы дисков R_1 и R_2 . На краю диска 2 в точке B шарнирно прикреплен стержень BC , соединенный с центром C диска 3. Радиус диска 3 равен радиусу диска 2:

$R_3 = R_2$. Диск 3 катится без скольжения по горизонтальной поверхности, по прямой. Для положения механизма, изображенного на рис. 2.19, определить ускорение точки D и угловое ускорение стержня BC , если $\omega_{OA} = 4 \text{ рад/с}$, $\varepsilon_{OA} = 2 \text{ рад/с}^2$, $R_1 = 4 \text{ см}$, $R_2 = 8 \text{ см}$. Длина стержня $BC = 20 \text{ см}$.

Решение

Определение угловых скоростей звеньев механизма.

Рассмотрим вращательное движение кривошипа OA . Скорость точки A : $V_A = \omega_{OA} \cdot OA = 48 \text{ см/с}$. Вектор скорости \vec{V}_A направлен перпендикулярно кривошипу OA в сторону движения кривошипа (рис. 2.20).

При движении диска 2 точка P_2 соприкосновения второго диска с неподвижным первым является мгновенным центром скоростей диска 2. Угловая

скорость диска 2: $\omega_2 = \frac{V_A}{AP_2} = \frac{48}{8} = 6 \text{ рад/с}$.

Скорость точки B диска 2: $V_B = \omega_2 BP_2 = 6 \cdot 16 = 96 \text{ см/с}$.

Для определения угловой скорости стержня BC заметим, что скорости двух точек стержня \vec{V}_B и \vec{V}_C параллельны, но точки B и C не лежат на общем перпендикуляре к скоростям. В этом случае мгновенный центр скоростей стержня BC отсутствует (бесконечно удалён), угловая скорость стержня равна нулю: $\omega_{BC} = 0$, а стержень совершает мгновенное поступательное движение. В результате имеем: $V_C = V_B = 96$ см/с.

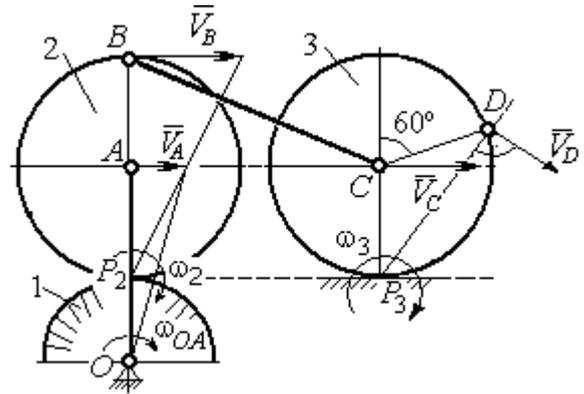


Рис. 2.20. Расчетная схема для определения угловых скоростей звеньев механизма

При качении диска 3 по неподвижной поверхности без проскальзывания точка P_3 касания его с поверхностью является мгновенным центром скоростей.

Тогда угловая скорость диска 3: $\omega_3 = \frac{V_C}{CP_3} = 12$ рад/с. Скорость точки D диска 3:

$V_D = \omega_3 \cdot DP_3$. Величину DP_3 находим из треугольника P_3DC . В результате $DP_3 = 2R_3 \cos 30^\circ = 13,8$ см и $V_D = 165,6$ см/с. Вектор скорости \vec{V}_D направлен в сторону движения диска 3 перпендикулярно линии DP_3 и (см. рис. 2.20).

Определение ускорений точек механизма.

Представим ускорение \vec{a}_C точки C векторной суммой $\vec{a}_C = \vec{a}_B + \vec{a}_{CB}^n + \vec{a}_{CB}^\tau$, где \vec{a}_B – ускорение точки B , выбранной в качестве полюса; \vec{a}_{CB}^n , \vec{a}_{CB}^τ – нормальная и касательная составляющие ускорения точки C при вращении стержня BC вокруг полюса B , $a_{CB}^n = \omega_{CB}^2 \cdot CB$, $a_{CB}^\tau = \varepsilon_{CB} \cdot CB$.

Нормальная составляющая ускорения точки C $a_{CB}^n = 0$, так как стержень CB совершает мгновенное поступательное движение и $\omega_{BC} = 0$.

Направление касательной составляющей \vec{a}_{CB}^τ неизвестно, так как неизвестно направление углового ускорения стержня ε_{CB} . Для определённости выберем направление углового ускорения стержня BC в сторону против хода часовой стрелки. На рис. 2.21 это направление показано дуговой стрелкой ε_{CB} .

В соответствии с выбранным направлением углового ускорения вектор \vec{a}_{CB}^τ строится перпендикулярно линии стержня BC в сторону углового ускорения ε_{CB} (см. рис. 2.21).

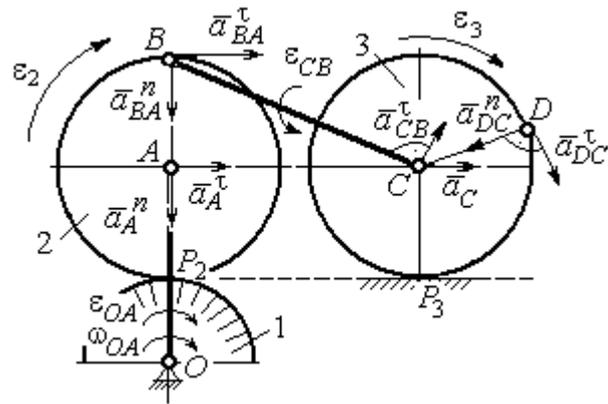


Рис. 2.21. Расчетная схема для определения ускорений точек механизма и угловых ускорений его звеньев

Выразим ускорение точки B через полюс A : $\vec{a}_B = \vec{a}_A + \vec{a}_{BA}^n + \vec{a}_{BA}^\tau$, где

\vec{a}_A – ускорение полюса A ; \vec{a}_{BA}^n , \vec{a}_{BA}^τ – нормальная и касательная составляющие ускорения точки B при вращении диска 2 вокруг полюса A . Величина нормальной составляющей ускорения точки B $a_{BA}^n = \omega_2^2 \cdot BA = 288 \text{ см/с}^2$. Вектор \vec{a}_{BA}^n направлен вдоль радиуса BA от точки B к полюсу A (см. рис. 2.21). Касательное ускорение точки B при вращении диска 2 вокруг полюса A вычисляется по формуле $a_{BA}^\tau = \varepsilon_2 \cdot BA$. Для определения углового ускорения ε_2 диска 2 заметим, что во время движения диска 2 расстояние AP_2 остается постоянным, равным R_2 . Дифференцируя равенство $V_A = \omega_2 \cdot AP_2 = \omega_2 R_2$, получим:

$$\frac{dV_A}{dt} = \frac{d\omega_2}{dt} R_2, \text{ или } a_A^\tau = \varepsilon_2 R_2, \text{ откуда } \varepsilon_2 = \frac{a_A^\tau}{R_2}.$$

Для того чтобы найти величину a_A^τ , рассмотрим вращательное движение кривошипа OA вокруг неподвижной оси O . Ускорение точки A представляется в виде векторного равенства $\vec{a}_A = \vec{a}_A^n + \vec{a}_A^\tau$, где \vec{a}_A^n и \vec{a}_A^τ – известные

нормальная и касательная составляющие ускорения точки A кривошипа OA :
 $a_A^n = \omega_{OA}^2 \cdot OA = 192 \text{ см/с}^2$, $a_A^\tau = \varepsilon_{OA} \cdot OA = 24 \text{ см/с}^2$. Направления векторов нормального ускорения \vec{a}_A^n и касательного ускорения \vec{a}_A^τ показаны на рис. 2.21.

Теперь найдём величину углового ускорения диска 2 и модуль касательного ускорения a_{BA}^τ точки B при вращении диска 2 вокруг полюса A : $\varepsilon_2 = \frac{a_A^\tau}{R_2} = 3 \text{ рад/с}^2$, $a_{BA}^\tau = \varepsilon_2 \cdot BA = 24 \text{ см/с}^2$.

Для определения ускорения точки C имеем векторное равенство $\vec{a}_C = \vec{a}_A^n + \vec{a}_A^\tau + \vec{a}_{BA}^n + \vec{a}_{BA}^\tau + \vec{a}_{CB}^\tau$. Выберем оси Cx , Cy , как показано на рис. 2.22, – вдоль отрезка BC и перпендикулярно ему и спроецируем на них имеющееся векторное равенство. Получим:

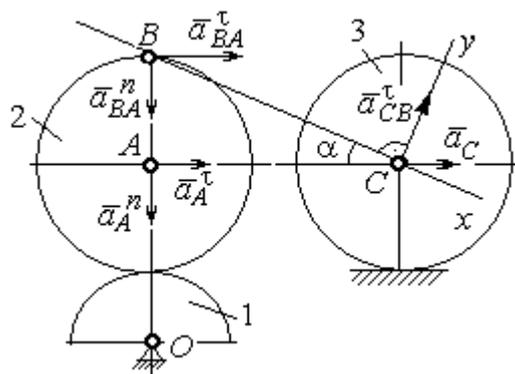


Рис. 2.22. Расчетная схема для вычисления ускорения точки C

$$a_C \cos \alpha = a_A^n \sin \alpha + a_A^\tau \cos \alpha + a_{BA}^n \sin \alpha + a_{BA}^\tau \cos \alpha;$$

$$a_C \sin \alpha = a_A^n \cos \alpha + a_A^\tau \sin \alpha + a_{BA}^n \cos \alpha + a_{BA}^\tau \sin \alpha + a_{CB}^\tau,$$

где α – угол между стержнем BC и линией центров AC ; $\sin \alpha = \frac{AB}{BC} = 0,4$;

$\cos \alpha = 0,92$. Решая систему, найдём: $a_C = 256,7 \text{ см/с}^2$, $a_{CB}^\tau = -358,12 \text{ см/с}^2$.

Модуль углового ускорения стержня BC : $\varepsilon_{CB} = \frac{|a_{CB}^\tau|}{BC} = 17,9 \text{ рад/с}^2$.

Знак «минус» величины a_{CB}^τ означает, что вектор касательного ускорения \vec{a}_{CB}^τ на рис. 2.21 – 2.22 следует направить в противоположную сторону. Направление углового ускорения стержня BC , показанное на рис. 2.21 дуговой стрелкой ε_{CB} , также следует заменить на противоположное.

Выразим ускорение точки D через полюс C : $\vec{a}_D = \vec{a}_C + \vec{a}_{DC}^n + \vec{a}_{DC}^\tau$, где \vec{a}_C – известное ускорение точки C ; \vec{a}_{DC}^n , \vec{a}_{DC}^τ – нормальное и касательное составляющие ускорения точки D при вращении диска 3 вокруг полюса C . Величина нормального ускорения точки D : $a_{DC}^n = \omega_3^2 \cdot DC = 1152 \text{ см/с}^2$. Вектор ускорения \vec{a}_{DC}^n направлен по радиусу от точки D к полюсу C (рис. 2.23).

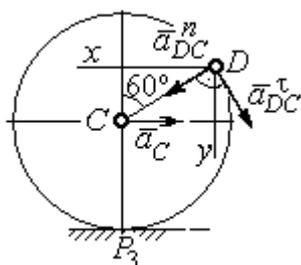


Рис.2.23. Расчетная схема для определения ускорения точки D

Для расчёта касательной составляющей a_{DC}^τ ускорения точки D найдём угловое ускорение диска 3. Продифференцируем по времени равенство $V_C = \omega_3 \cdot CP_3 = \omega_3 R_3$. Получим: $\frac{dV_C}{dt} = \frac{d\omega_3}{dt} R_3$, или $a_C = \varepsilon_3 R_3$. Угловое ускорение диска 3: $\varepsilon_3 = \frac{a_C}{R_3} = 32,09 \text{ рад/с}^2$. Тогда величина

касательной составляющей ускорения точки D : $a_{DC}^\tau = \varepsilon_3 \cdot DC = 256,7 \text{ см/с}^2$.

Направление вектора \vec{a}_{DC}^τ соответствует ускоренному движению диска 3.

Проведём оси Dx и Dy , как показано на рис. 2.23, и спроецируем векторное равенство ускорения точки D на оси:

$$a_{Dx} = -a_C + a_{DC}^n \cos 30^\circ - a_{DC}^\tau \cos 60^\circ, \quad a_{Dy} = a_{DC}^n \cos 60^\circ + a_{DC}^\tau \cos 30^\circ.$$

Решая систему, находим значения проекций модуля ускорения $a_{Dx} = 612,5 \text{ см/с}^2$, $a_{Dy} = 798,3 \text{ см/с}^2$. Величина ускорения точки D :

$$a_D = \sqrt{a_{Dx}^2 + a_{Dy}^2} = 1006,2 \text{ см/с}^2.$$

3. СЛОЖНОЕ ДВИЖЕНИЕ ТОЧКИ

3.1. Основные понятия сложного движения точки

В неподвижной системе координат рассматривается подвижное твердое тело и точка, перемещающаяся относительно тела.

Траектория точки в её движении относительно тела называется **относительной траекторией**. Скорость точки в этом движении называют **относительной скоростью**, ускорение – **относительным ускорением**.

Траектория точки, перемещающейся вместе с телом, называется **переносной траекторией** точки, скорость точки при таком её движении – **переносной скоростью**, а ускорение – **переносным ускорением**.

Суммарное движение точки вместе с телом и относительно тела называется **сложным движением**. Траектория точки относительно неподвижной системы координат называется **абсолютной траекторией** точки, скорость и ускорение – **абсолютной скоростью** и **абсолютным ускорением**.

При вычислении абсолютной скорости используется теорема о сложении скоростей: **при сложном движении абсолютная скорость точки равна геометрической сумме относительной и переносной скоростей**: $\vec{V} = \vec{V}_e + \vec{V}_r$, где \vec{V} , \vec{V}_e , \vec{V}_r – вектора абсолютной, переносной и относительной скоростей точки.

В случае, когда относительное движение точки задается естественным способом в виде закона изменения пути $S = S(t)$, величина относительной скорости точки равна модулю производной: $V_r = |\dot{S}_r|$. Если переносное движение точки есть вращение тела вокруг неподвижной оси, скорость точки в переносном движении будет: $V_e = \omega_e h_e$, где ω_e – величина угловой скорости вращения тела; h_e – кратчайшее расстояние от места положения точки на теле до оси вращения тела.

При вычислении абсолютного ускорения используется теорема Кориолиса о сложении ускорений: **при сложном движении абсолютное ускорение точки равно геометрической сумме трех ускорений – относительного, переносного и ускорения Кориолиса**

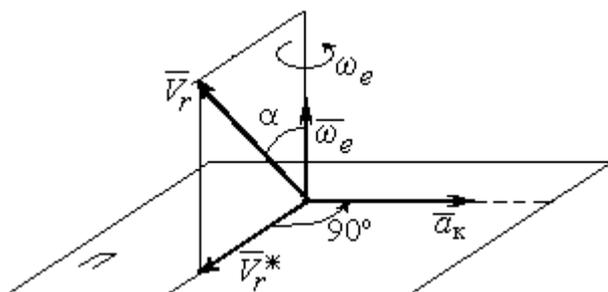


Рис. 3.1. Определение направления ускорения Кориолиса по правилу Жуковского

ускорения Кориолиса
 $\vec{a} = \vec{a}_e + \vec{a}_r + \vec{a}_k$, где \vec{a} – вектор абсолютного ускорения точки; \vec{a}_e, \vec{a}_r – вектора соответственно переносного и относительного ускорений точки; \vec{a}_k – вектор ускорения Кориолиса. (Иногда его называют поворотным ускорением.)

Вектор ускорения Кориолиса определяется векторным произведением $\vec{a}_k = 2(\vec{\omega}_e \times \vec{V}_r)$, где $\vec{\omega}_e$ – вектор угловой скорости переносного движения; \vec{V}_r – вектор относительной скорости точки. Модуль ускорения Кориолиса: $|\vec{a}_k| = 2|\vec{\omega}_e| \cdot |\vec{V}_r| \sin \alpha$, где α – угол между вектором угловой скорости переносного движения и вектором относительной скорости точки (см. рис. 3.1). Направление вектора ускорения Кориолиса может быть получено по правилу построения вектора векторного произведения.

На рис. 3.1 показана последовательность выбора направления вектора ускорения Кориолиса по правилу Н. Е. Жуковского. Правило состоит в следующем: пусть имеется точка, движущаяся с относительной скоростью \vec{V}_r . Построим плоскость Π , перпендикулярную вектору переносной угловой скорости $\vec{\omega}_e$, и спроецируем вектор \vec{V}_r на эту плоскость. Проекцию обозначим \vec{V}_r^* (см. рис. 3.1). Чтобы получить направление ускорения Кориолиса, следует вектор проекции относительной скорости \vec{V}_r^* повернуть на 90° в плоскости Π вокруг оси переносного вращения в направлении этого вращения.

Если сложное движение точки происходит в плоскости, перпендикулярной оси переносного вращения, направление ускорения Кориолиса можно получить простым поворотом вектора относительной скорости на угол 90° вокруг оси переносного вращения в направлении этого вращения.

Относительное ускорение \vec{a}_r представляется как сумма векторов относительного касательного \vec{a}_r^τ и относительного нормального \vec{a}_r^n ускорений: $\vec{a}_r = \vec{a}_r^\tau + \vec{a}_r^n$. Переносное ускорение точки \vec{a}_e тела имеет своими составляющими переносное касательное \vec{a}_e^τ и переносное нормальное \vec{a}_e^n ускорения так, что $\vec{a}_e = \vec{a}_e^\tau + \vec{a}_e^n$.

Таким образом, абсолютное ускорение точки в сложном движении можно представить в виде векторного равенства

$$\vec{a} = \vec{a}_r^\tau + \vec{a}_r^n + \vec{a}_e^\tau + \vec{a}_e^n + \vec{a}_k.$$

Модули относительного касательного и относительного нормального ускорений при естественном способе задания относительного движения точки

равны: $a_r^\tau = |\dot{V}_r|$, $a_r^n = \frac{V_r^2}{\rho}$, где ρ – радиус кривизны относительной траектории.

При движении точки по окружности радиус кривизны равен радиусу окружности, при движении по прямой – бесконечности, и в этом случае $a_r^n = 0$.

При вращательном переносном движении точки значения переносного касательного и нормального ускорений вычисляются по формулам: $a_e^\tau = \varepsilon_e h_e$, $a_e^n = \omega_e^2 h_e$, где ε_e – угловое ускорение вращательного переносного движения, $\varepsilon_e = |\dot{\omega}_e|$; h_e – расстояние от точки до оси вращения тела; ω_e – величина угловой скорости вращения тела.

Вектора ускорений строятся по общим правилам построения векторов нормального и касательного ускорений.

При поступательном переносном движении ускорение Кориолиса и переносное нормальное ускорение равны нулю: $a_k = 0$, $a_e^n = 0$. Абсолютное ускорение точки при поступательном переносном движении можно представить в виде векторного равенства $\vec{a} = \vec{a}_r^\tau + \vec{a}_r^n + \vec{a}_e^\tau$.

3.2. Задание К4. Определение скорости и ускорения точки при сложном движении

Задание включает две задачи с вращательным и поступательным видами переносного движения точки.

Задача 1. Вращение тела относительно неподвижной оси задается законом изменения угла поворота: $\varphi_e = \varphi_e(t)$ или законом изменения его угловой скорости: $\omega_e = \omega_e(t)$. Движение точки относительно тела отсчитывается от её начального положения в точке C и задается законом изменения длины дуги окружности или отрезка прямой линии: $CM = S_r = S_r(t)$.

Определить абсолютные скорость и ускорение точки в заданный момент времени t_1 .

Задача 2. Поступательное движение тела, несущего точку, задается законом изменения координаты $x_e = x_e(t)$. Движение точки относительно тела отсчитывается от её начального положения в точке C и задается законом изменения длины дуги окружности или отрезка прямой линии: $CM = y_r = y_r(t)$.

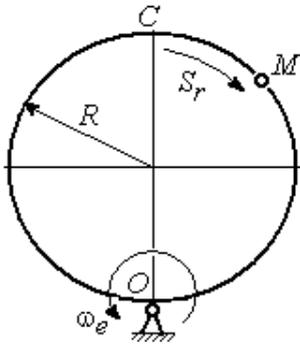
Определить абсолютные скорость и ускорение точки в момент времени t_2 , который либо задаётся в исходных данных задачи, либо на схеме описаны условия, из которых он находится.

Номера вариантов заданий даны на рис. 3.2 – 3.5.

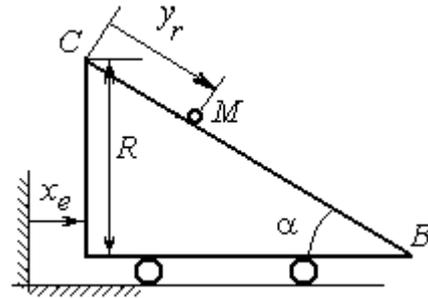
Варианты исходных данных приведены в табл. 3.1.

Варианты № 1, 11, 21

Задача 1



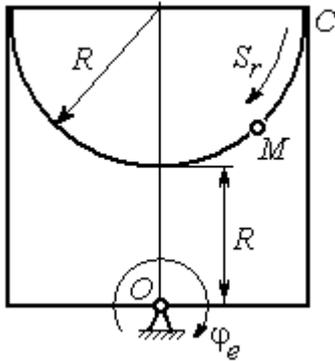
Задача 2



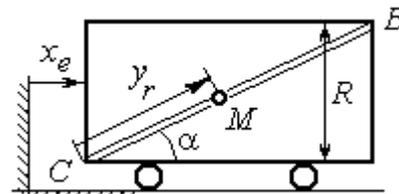
В момент $t = t_2$ точка M прошла половину пути CB

Варианты № 2, 12, 22

Задача 1



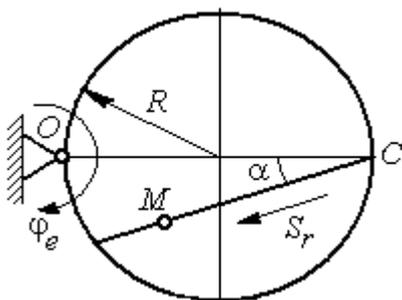
Задача 2



В момент $t = t_2$ точка M прошла $2/3$ пути CB

Варианты № 3, 13, 23

Задача 1



Задача 2

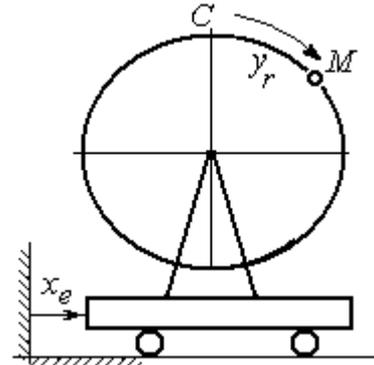
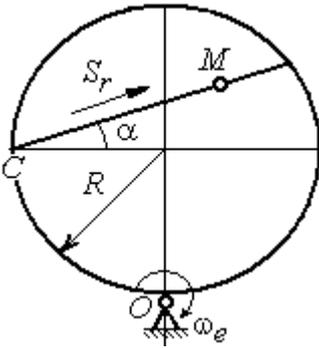
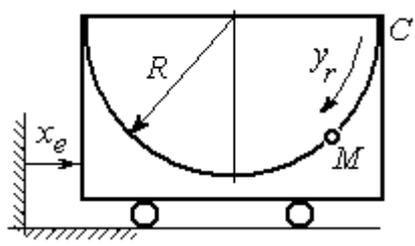
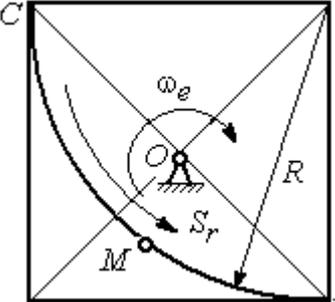
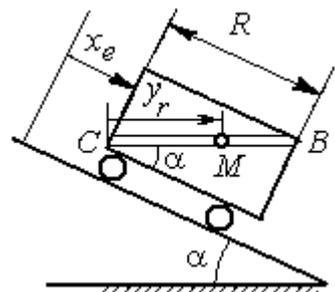


Рис. 3.2. Задание К4. Сложное движение точки.
Номера вариантов задания 1 – 3, 11 – 13, 21 – 23

Варианты № 4, 14, 24	
Задача 1	Задача 2
	

Варианты № 5, 15, 25	
Задача 1	Задача 2
	 <p style="text-align: center;">В момент $t = t_2$ точка M прошла путь CB</p>

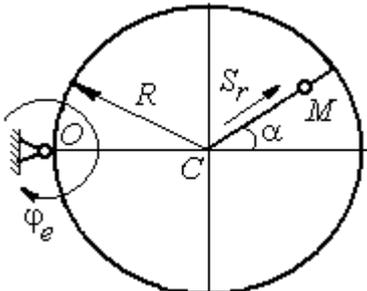
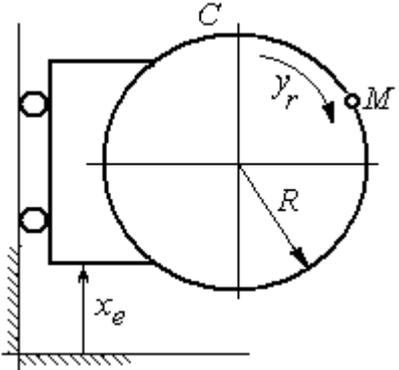
Варианты № 6, 16, 26	
Задача 1	Задача 2
	

Рис. 3.3. Задание К4. Сложное движение точки.
 Номера вариантов задания 4 – 6, 14 – 16, 24 – 26

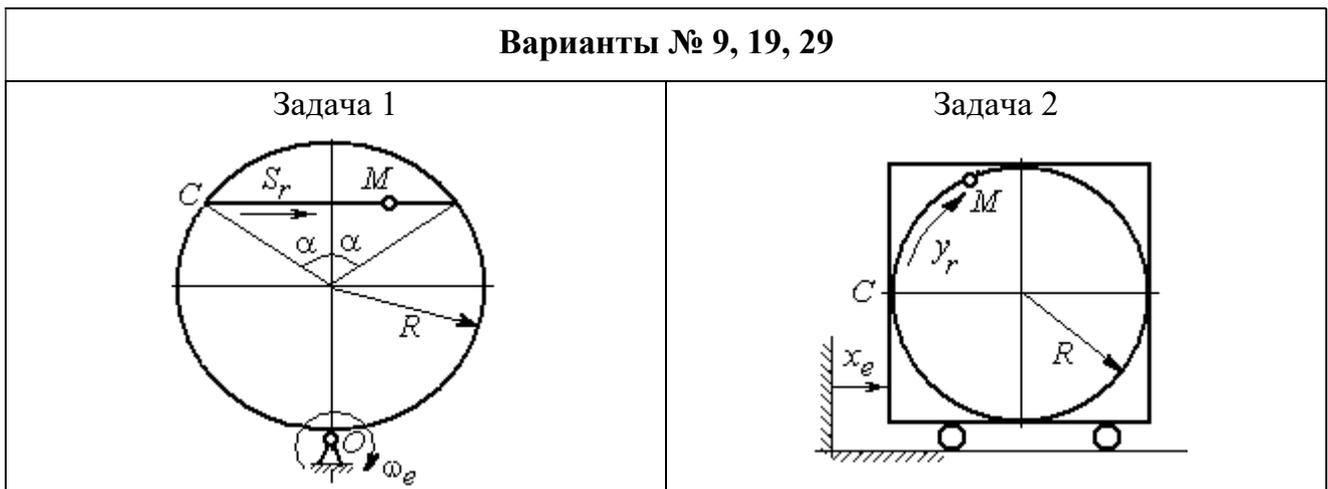
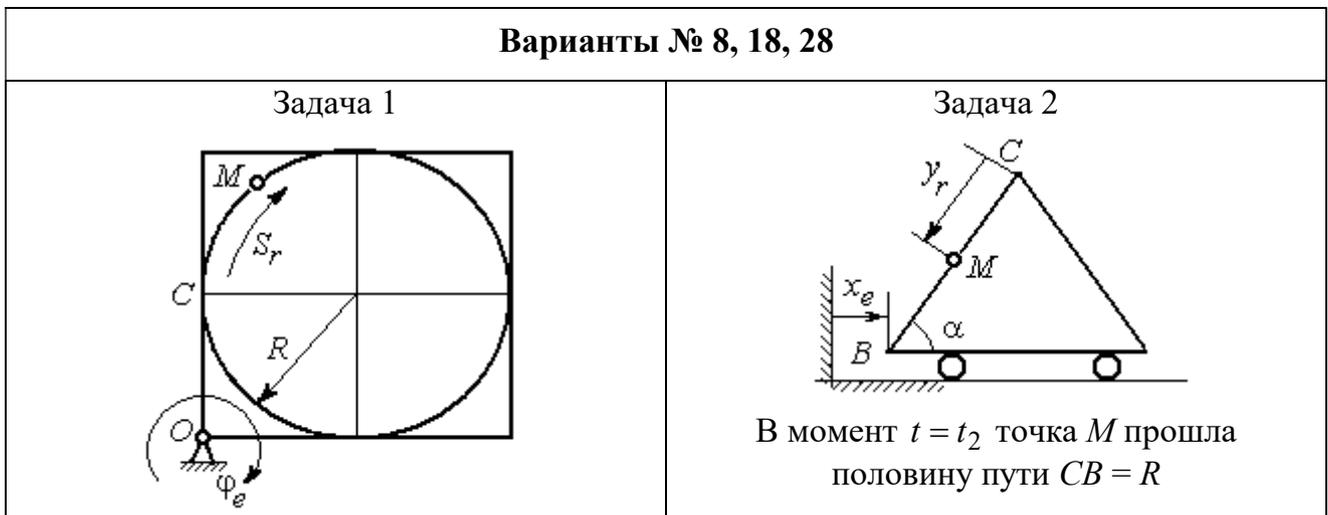
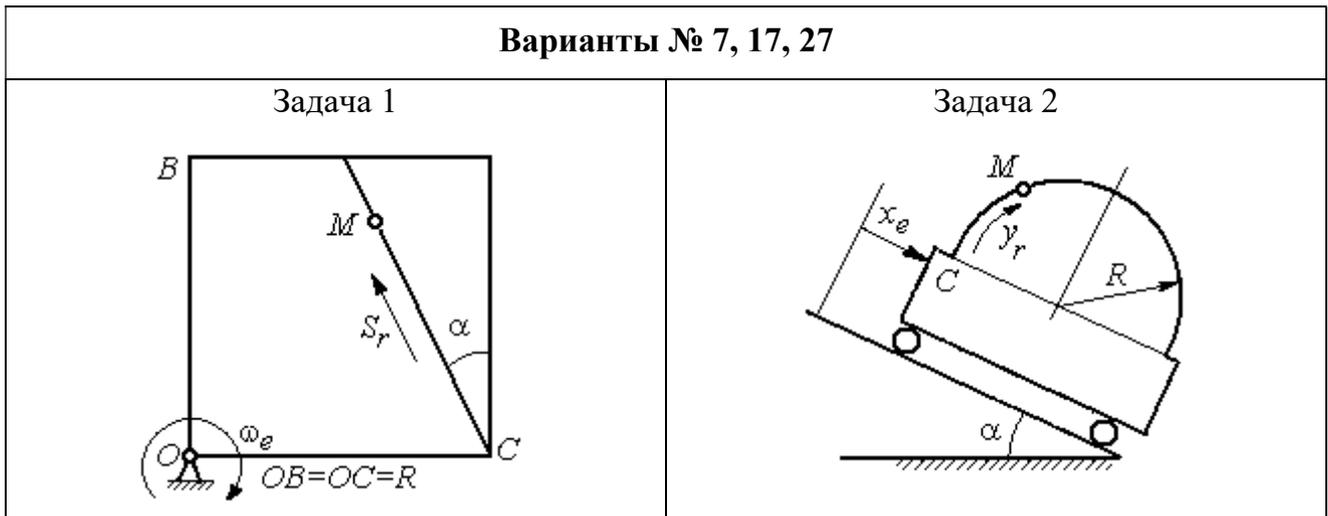


Рис. 3.4. Задание К4. Сложное движение точки.
Номера вариантов задания 7 – 9, 17 – 19, 27 – 29

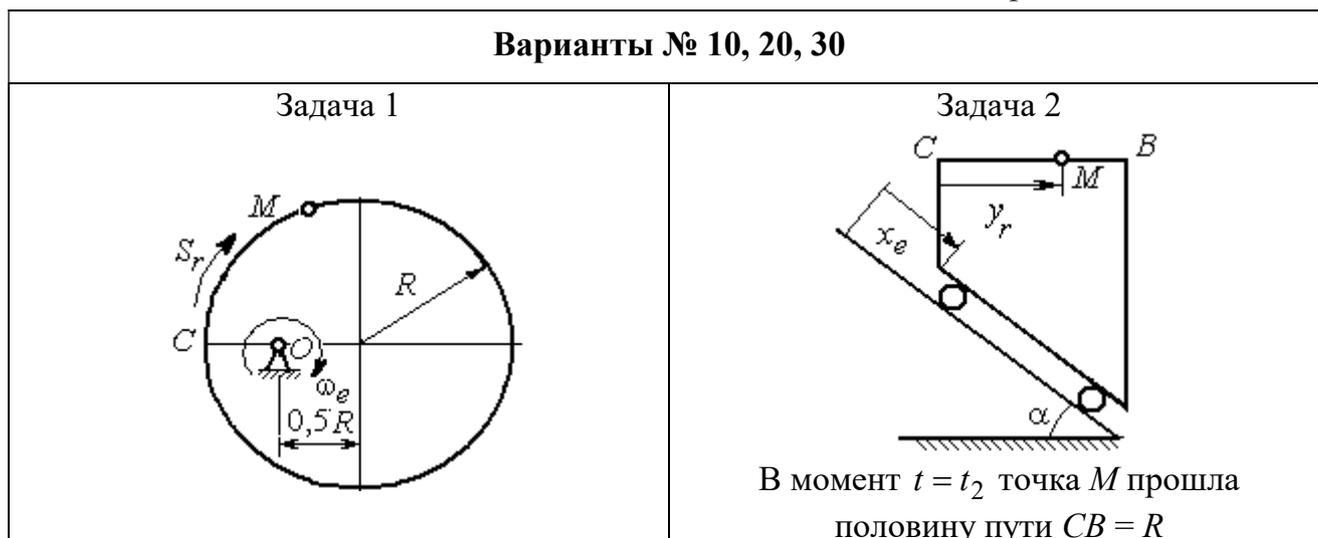


Рис. 3.5. Задание К4. Сложное движение точки.
Номера вариантов задания 10, 20, 30

Таблица 3.1

Исходные данные для заданий по сложному движению точки

Номер варианта задания	Номер задачи	R , см	α , град	$\dot{CM} = S_r(t)$, см	$\varphi_e(t)$, рад; $\omega_e(t)$, рад/с	t_1 , с t_2 , с
				$\dot{CM} = y_r(t)$, см	$x_e(t)$, см	
1	1	3	–	$S_r = 2\pi\sin(\pi t/6)$	$\omega_e = 4t^2$	1
	2	4	30	$y_r = 4t^2$	$x_e = 2\cos(\pi t/6)$	–
2	1	2	–	$S_r = 4\pi\sin^2(\pi t/6)$	$\varphi_e = 6\cos(\pi t/3)$	1
	2	3	60	$y_r = t^2 + t$	$x_e = 1 + \cos(\pi t)$	–
3	1	4	30	$S_r = 2\sqrt{3}[t + \sin(\pi t/2)]$	$\varphi_e = 4t - t^2$	1
	2	6	–	$y_r = \pi[2t + \sin\pi t]$	$x_e = 5t - t^2$	1
4	1	4	60	$S_r = 2(t^3 + t)$	$\omega_e = 6\cos(\pi t/6)$	1
	2	3	–	$y_r = \pi[2t + \cos(\pi t/2)]$	$x_e = t^3 - 4t$	1
5	1	6	–	$S_r = 4\pi\sin^2(\pi t/6)$	$\omega_e = 6\cos(\pi t/3)$	1
	2	2	30	$y_r = t^2 + 2t$	$x_e = t^2 - 4t$	–
6	1	6	60	$S_r = t + 10\sin(\pi t/6)$	$\varphi_e = 2t^2 - 5t$	1
	2	3	–	$y_r = 4\pi\sin(\pi t/6)$	$x_e = [1 - \cos(\pi t/4)]$	1
7	1	8	30	$S_r = 2(t^3 + 3t)$	$\omega_e = 6\cos(\pi t/6)$	1
	2	4	30	$y_r = 2\pi t^2$	$x_e = t^3 - 5t$	1

Продолжение табл. 3.1

Номер варианта задания	Номер задачи	R , см	α , град	$\vec{CM} = S_r(t)$, см $\vec{CM} = y_r(t)$, см	$\varphi_e(t)$, рад; $\omega_e(t)$, рад/с $x_e(t)$, см	t_1 , с t_2 , с
8	1	8	–	$S_r = 2\pi[t^2 + \sin\pi t]$	$\varphi_e = t^2 - 5t$	2
	2	6	30	$y_r = t(t+1)$	$x_e = \cos\pi t$	–
9	1	8	30	$S_r = 2t^2$	$\omega_e = \cos(\pi t/8)$	2
	2	3	–	$y_r = 4\pi\sin^2(\pi t/4)$	$x_e = (3-2t)^2$	1
10	1	6	–	$S_r = \pi(2t^3 + \sin\pi t)$	$\omega_e = 5t - 2t^3$	1
	2	4	30	$y_r = t^2 + 2t$	$x_e = 1 + \cos\pi t$	–
11	1	6	–	$S_r = 8\pi\sin(\pi t/12)$	$\omega_e = 2 + \cos(\pi t/4)$	2
	2	6	60	$y_r = 4\sin\pi t$	$x_e = t^2 - 2t$	–
12	1	18	–	$S_r = \pi(2t^2 + 2t)$	$\varphi_e(t) = 3t - t^2$	2
	2	6	30	$y_r = 2t^2 + t$	$x_e = 1 + \cos(\pi t)$	–
13	1	10	60	$S_r = t^3 + t$	$\varphi_e = 6\cos(\pi t/6)$	2
	2	6	–	$y_r = 6\pi\cos(\pi t/3)$	$x_e = t(t+1)$	1
14	1	4	30	$S_r = 8\sqrt{3}\sin(\pi t/12)$	$\omega_e = (3-2t)^2$	2
	2	3	–	$y_r = 2\pi\sin(\pi t/6)$	$x_e = 2t^2 - 5t$	1
15	1	8	–	$S_r = 4\pi\sin^2(\pi t/4)$	$\omega_e = 2 + \cos(\pi t/4)$	1
	2	5	60	$y_r = 5t + t^2$	$x_e = \cos(\pi t/6)$	–
16	1	12	90	$S_r = 3[t + \sin(\pi t/2)]$	$\varphi_e = 2t - 3t^2$	1
	2	15	–	$y_r = \pi(4t + t^2)$	$x_e = 6\sin(\pi t/3)$	1
17	1	6	45	$S_r = 3\sqrt{2}[t^2 + 2\sin\pi t]$	$\omega_e(t) = 4t^2 - 6$	1
	2	6	60	$y_r = 8\pi\sin(\pi t/12)$	$x_e = \sqrt{2}\sin(\pi t/8)$	2
18	1	8	–	$S_r = 4\pi\sqrt{2}\sin(\pi t/8)$	$\varphi_e = 18t - 4t^2$	2
	2	8	60	$y_r = 3t + 2t^2$	$x_e = \sin\pi t$	–
19	1	8	60	$S_r = 2\sqrt{3}[t + \sin(\pi t/2)]$	$\omega_e = 5t - t^2$	1
	2	9	–	$y_r = 6\pi\cos(\pi t/3)$	$x_e = \cos(\pi t/6)$	1
20	1	4	–	$S_r = 4\pi\sin(\pi t/6)$	$\omega_e = 3t - 5$	1
	2	6	60	$y_r = 3t + 2t^2$	$x_e = \pi\sin\pi t$	–
21	1	3	–	$S_r = 4\pi\sqrt{2}\sin(\pi t/8)$	$\omega_e = 6t - 14$	2
	2	8	45	$y_r = (t^2 + 3t)$	$x_e = t + 2\sin\pi t$	–

Номер варианта задания	Номер задачи	R , см	α , град	$C\vec{M} = S_r(t)$, см	$\varphi_e(t)$, рад; $\omega_e(t)$, рад/с	t_1 , с t_2 , с
				$C\vec{M} = y_r(t)$, см	$x_e(t)$, см	
22	1	4	–	$S_r = 2\pi(t^2 + 2t)$	$\varphi_e = 6\cos(\pi t/6)$	1
	2	9	60	$y_r = 8\sin\pi t$	$x_e = 5t - t^2$	–
23	1	6	45	$S_r = 12\sin(\pi t/8)$	$\varphi_e = t^2 + \cos(\pi t/4)$	2
	2	6	–	$y_r = 6\pi[t + \sin(\pi t/6)]$	$x_e = 5t - t^2$	1
24	1	6	45	$S_r = 12\sin(\pi t/8)$	$\omega_e = t + 4\cos(\pi t/4)$	2
	2	6	–	$y_r = \pi(t^2 + 2t)$	$x_e = 6\cos(\pi t/6)$	1
25	1	6	–	$S_r = 2\pi t^2$	$\omega_e = 3\sin(\pi t/3)$	1
	2	4	45	$y_r = 2t(t + 3t)$	$x_e = 2(t^3 - 3t)$	–
26	1	6	120	$S_r = t^2 + t$	$\varphi_e = 12\cos(\pi t/12)$	2
	2	9	–	$y_r = \pi\sqrt{3}\sin(\pi t/3)$	$x_e = 2(t^2 - 3t)$	1
27	1	10	60	$S_r = \sqrt{3}(t^2 + t)$	$\omega_e = 6\cos(\pi t/6)$	2
	2	9	30	$y_r = \sqrt{3}\pi\sin(\pi t/3)$	$x_e = t + 4\cos(\pi t/4)$	1
28	1	2	–	$S_r = 6\pi\sin(\pi t/6)$	$\varphi_e = 2t + \cos(\pi t/2)$	1
	2	6		$y_r = 2t + 3t^2$	$x_e = t + \sin\pi t$	–
29	1	8	30	$S_r = (t^2 + 2t)$	$\omega_e = 6\sin(\pi t/12)$	2
	2	3	–	$y_r = 2\pi\sqrt{3}\sin(\pi t/3)$	$x_e = 5t - t^2$	1
30	1	2	–	$\pi(t^2 + 2t)$	$\omega_e(t) = 6\cos(\pi t/6)$	1
	2	3	60	$y_r = t + t^2$	$x_e = t + \sin\pi t$	–

Пример выполнения задания К4. Сложное движение точки

Задача 1. Фигура, состоящая из половины диска и равнобедренного тре-

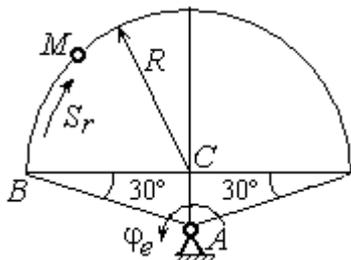


Рис. 3.6. Схема сложного движения точки

угольника (рис. 3.6), вращается вокруг оси, перпендикулярной плоскости фигуры и проходящей через вершину A треугольника. Вращательное движение задается законом изменения угла поворота фигуры $\varphi_e = 5t - 2t^2$ рад.

Положительное направление вращения отмечено на схеме дуговой стрелкой φ_e . По ободу диска от точки B движется точка M . Движение точки относительно диска задается законом изменения длины дуги окружности: $\overset{\cup}{BM} = S_r = 9\pi t^2$ см. Положительное направление движения точки M на рис. 3.6 показано дуговой стрелкой S_r . Радиус диска $R = 9$ см.

Найти абсолютную скорость и абсолютное ускорение точки M в момент времени $t_1 = 1$ с.

Решение

Вращение фигуры будет для точки M переносным движением. Относительное движение точки M – её движение по окружности обода диска.

Для определения **положения точки M** на ободу диска вычислим расстояние, которое она прошла на заданный момент времени. Длина дуги окружности, пройденной точкой за 1 с: $S_r(1) = 9\pi$ см. Положение точки M определяется **центральным углом**

$$\alpha = \frac{S_r(1)}{R} = \frac{9\pi}{9} = \pi.$$

Положение точки в момент времени $t_1 = 1$ с отмечено на рис. 3.7 точкой M_1 .

Для определения **скорости переносного движения** точки вычисляем значение производной: $\dot{\varphi}_e = 5 - 4t$. Угловая скорость вращения фигуры: $\omega_e = |\dot{\varphi}_e|$. При $t_1 = 1$ с $\dot{\varphi}_e(1) = 1$ рад/с. Положительная величина производной $\dot{\varphi}_e(1)$ показывает, что вращение фигуры в данный момент происходит в положительном направлении, что отмечено дуговой стрелкой ω_e на рис. 3.7.

В момент времени $t_1 = 1$ с точка M находится в положении M_1 . Скорость V_e переносного движения точки в момент времени $t_1 = 1$ с $V_e(1) = \omega_e(1)h_e$, где

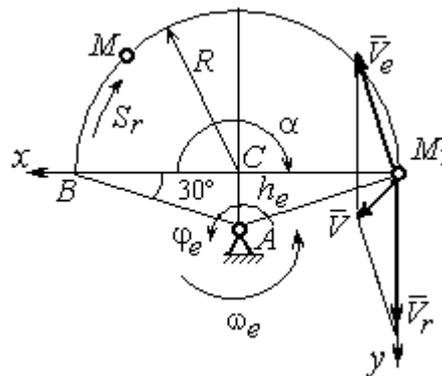


Рис. 3.7. Расчетная схема для вычисления абсолютной скорости точки при сложном движении

расстояние от точки M_1 до оси вращения фигуры $h_e = AM_1 = \frac{R}{\cos 30^\circ} = 6\sqrt{3}$ см.

Тогда $V_e(1) = 6\sqrt{3}$ см/с.

Вектор скорости переносного движения точки \vec{V}_e перпендикулярен линии AM_1 и направлен в сторону вращения фигуры (см. рис. 3.7).

Относительное движение точки задано естественным способом, как закон изменения длины дуги BM . В этом случае **скорость относительного движения** точки $V_r = |\dot{S}_r| = |18\pi t|$. При $t_1 = 1$ с $V_r(1) = |\dot{S}_r(1)| = 18\pi = 56,5$ см/с. Положительное значение производной $\dot{S}_r(1)$ указывает, что относительное движение точки в положении M_1 происходит в положительном направлении, указанном на рис. 3.7 дуговой стрелкой S_r . Вектор \vec{V}_r относительной скорости точки в положении M_1 направлен по касательной к траектории относительного движения в сторону положительного направления движения (см. рис. 3.7).

Абсолютную скорость точки находим по теореме сложения скоростей $\vec{V} = \vec{V}_e + \vec{V}_r$. Направление вектора абсолютной скорости, полученное по правилу сложения векторов, показано на рис. 3.5. Для определения величины абсолютной скорости выбираем прямоугольные оси координат M_1xy (см. рис. 3.7) и проецируем обе части векторного равенства теоремы сложения скоростей на эти оси. Получим:

$$V_x = V_e \cos 60^\circ = 3\sqrt{3} = 5,2 \text{ см/с};$$

$$V_y = -V_e \cos 30^\circ + V_r = -6\sqrt{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} + 56,5 = 29,5 \text{ см/с}.$$

Модуль абсолютной скорости: $V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} = \sqrt{5,2^2 + 29,5^2} = 29,95$ см/с.

Абсолютное ускорение точки определяем по теореме Кориолиса, которая при вращательном переносном движении имеет вид:

$$\vec{a} = \vec{a}_r^\tau + \vec{a}_r^n + \vec{a}_e^\tau + \vec{a}_e^n + \vec{a}_k.$$

Относительное касательное ускорение a_r^τ вычисляется по формуле: $a_r^\tau = |\dot{S}_r|$. По условию задачи вторая производная $\ddot{S}_r = 18\pi = 56,5 \text{ см/с}^2$ – постоянная величина. Так как значение второй производной \ddot{S}_r положительно, вектор ускорения \vec{a}_r^τ направлен по касательной к траектории относительного движения в точке M_1 в сторону положительного направления относительного движения, отмеченного дуговой стрелкой S_r .

Относительное нормальное ускорение точки вычисляется по формуле

$$a_r^n = \frac{V_r^2}{R} \text{ и в момент } t_1 = 1 \text{ с равно:}$$

$$a_r^n(1) = \frac{V_r^2(1)}{R} = \frac{(18\pi)^2}{9} = 355,3 \text{ см/с}^2. \text{ Вектор}$$

ускорения \vec{a}_r^n направлен по радиусу диска к центру C (см. рис. 3.8).

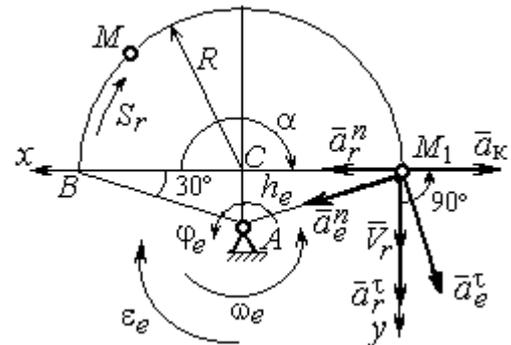


Рис. 3.8. Расчетная схема для определения абсолютного ускорения точки

Переносное касательное ускорение вычисляется по формуле: $a_e^\tau = \varepsilon_e h_e$, где угловое ускорение $\varepsilon_e = |\ddot{\phi}_e|$. Вычислим производную $\ddot{\phi}_e = -4 \text{ рад/с}^2$. Угловое ускорение $\varepsilon_e = |\ddot{\phi}_e| = 4 \text{ рад/с}^2$ постоянно и не зависит от времени.

Отрицательное значение производной $\ddot{\phi}_e < 0$ при условии, что расчетная величина угловой скорости положительна: $\dot{\phi}_e > 0$, означает, что вращательное движение замедленное и переносное угловое ускорение ε_e направлено в сторону, противоположную направлению вращения.

Вектор \vec{a}_e^τ переносного касательного ускорения точки в её положении M_1 перпендикулярен линии AM_1 и направлен противоположно вектору переносной скорости \vec{V}_e (см. рис. 3.8). Модуль переносного касательного ускорения: $a_e^\tau = a_e^\tau = \varepsilon_e h_e = 24\sqrt{3} = 41,6 \text{ см/с}^2$.

Переносное нормальное ускорение a_e^n рассчитывается по формуле: $a_e^n = \omega_e^2 h_e$ и в момент времени $t_1 = 1$ с $a_e^n(1) = \omega_e^2(1)h_e = 6\sqrt{3} = 10,4$ см/с². Вектор переносного нормального ускорения \vec{a}_e^n направлен по линии AM_1 к оси вращения (см. рис. 3.8).

По условию задачи вектор скорости относительного движения точки \vec{V}_r лежит в плоскости, перпендикулярной оси переносного вращения, то есть перпендикулярен вектору угловой скорости переносного движения $\vec{\omega}_e$. Тогда модуль ускорения Кориолиса при $t_1 = 1$ с $a_k = 2\omega_e V_r = 2 \cdot 1 \cdot 18\pi = 113,1$ см/с².

Так как вектор относительной скорости точки $\vec{V}_r \perp \vec{\omega}_e$, то по правилу Жуковского для определения направления ускорения Кориолиса достаточно повернуть вектор относительной скорости точки \vec{V}_r на 90° в сторону переносного движения вокруг оси, параллельной оси вращения и проходящей через точку M_1 (см. рис. 3.8). Для определения абсолютного ускорения спроецируем на прямоугольные оси xM_1y (см. рис. 3.8) векторное равенство $\vec{a} = \vec{a}_r^\tau + \vec{a}_r^n + \vec{a}_e^\tau + \vec{a}_e^n + \vec{a}_k$. Получим: $a_y = a_e^\tau \cos 30^\circ + a_e^n \cos 60^\circ + a_r^\tau = 97,9$ см/с², $a_x = -a_e^\tau \cos 60^\circ + a_e^n \cos 30^\circ + a_r^n - a_k = 228,4$ см/с². Модуль абсолютного ускоре-

ния: $a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} = 248,5$ см/с².

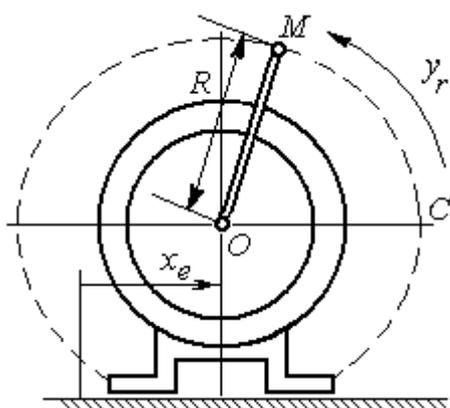


Рис. 3.9. Схема движения точки стержня, укрепленного на электромоторе

Задача 2. К вращающемуся валу электромотора прикреплен стержень OM длины $R = 6$ см. Во время работы электромотора точка M стержня из начального положения C перемещается по дуге окружности согласно уравнению $CM = y_r = \pi t^2$ см. При этом электромотор, установленный без креплений, совершает горизонтальные гармонические колебания на фундаменте по закону

$x_e = 5\sin(\pi t/3)$ см. Определить абсолютное ускорение точки M в момент времени $t_1 = 1$ с.

Решение

Точка M совершает сложное движение – относительно электродвигателя и вместе с ним. Относительным движением точки будет её движение по дуге окружности радиуса R , переносным – поступательное горизонтальное, прямолинейное движение электродвигателя.

Найдём положение точки относительно электродвигателя в заданный момент времени. Угол α , отсчитываемый стержнем OM от начального положения OC , в момент времени $t_1 = 1$ с составляет $\alpha = \frac{y_r(t_1)}{R} = \frac{\pi}{6} = 30^\circ$. Положение точки в момент времени $t_1 = 1$ с отмечено на рис. 3.10 буквой M_1 .

Относительное движение точки задано естественным способом, как закон изменения длины дуги. Относительная скорость $V_r = \dot{y}_r = 2\pi t$. В момент времени $t_1 = 1$ с $V_r = 6,28$ см/с. Вектор \vec{V}_r относительной скорости направлен перпендикулярно стержню OM_1 .

Скорость точки в переносном движении – это скорость горизонтального движения электродвигателя:

$$V_e = \dot{x}_e = \frac{5\pi}{3} \cos(\pi t/3).$$

В момент времени $t_1 = 1$ с $V_e = \frac{5\pi}{3} \cos 60^\circ = 2,62$ см/с. Вектор \vec{V}_e переносной скорости точки M направлен параллельно линии движения электродвигателя (см. рис. 3.10).

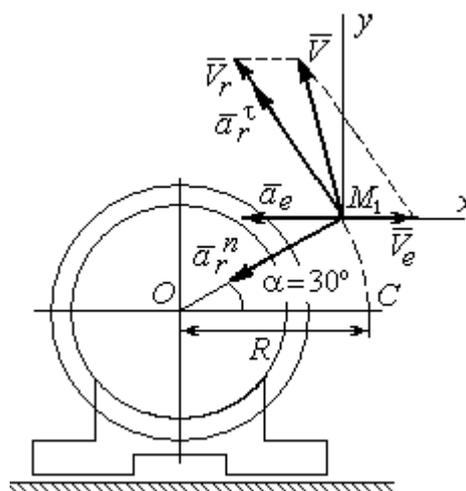


Рис. 3.10. Расчётная схема вычисления абсолютной скорости и абсолютного ускорения точки

Абсолютная скорость точки определяется на основании теоремы сложения скоростей при сложном движении: $\vec{V}_M = \vec{V}_e + \vec{V}_r$. Для того чтобы найти величину абсолютной скорости, выберем оси xM_1y , как показано на рис. 3.10, и спроецируем векторное равенство сложения скоростей на эти оси. Получим: $V_{Mx} = V_e - V_r \cos 60^\circ = -0,52$ см/с (проекция направлена в отрицательную сторону оси x), $V_{My} = V_r \cos 30^\circ = 5,44$ см/с. Модуль абсолютной скорости $V_M = \sqrt{V_{Mx}^2 + V_{My}^2} = 5,46$ см/с. Вектор абсолютной скорости направлен по диагонали параллелограмма, построенного на векторах \vec{V}_e и \vec{V}_r .

При поступательном переносном движении точки $\omega_e = 0$ и потому $a_k = 0$. Относительное ускорение точки при движении по окружности раскладывается на две составляющие $\vec{a}_r = \vec{a}_r^\tau + \vec{a}_r^n$, направленные вдоль стержня OM и перпендикулярно ему. Кроме того, при прямолинейном относительном движении $a_e^n = 0$. В результате, теорема о сложении ускорений принимает вид $\vec{a}_M = \vec{a}_r^\tau + \vec{a}_r^n + \vec{a}_e$, где модули векторов вычисляются по формулам $a_r^\tau = \dot{V}_r$, $a_r^n = \frac{V_r^2}{R}$, $a_e = a_e^\tau = \dot{V}_e = -\frac{5\pi^2}{9} \sin(\pi t/3)$ и в момент времени $t_1 = 1$ с равны $a_r^\tau = 6,28$ см/с², $a_r^n = 6,57$ см/с², $a_e = -4,75$ см/с². Направления векторов ускорений показаны на рис. 3.10. Для вычисления модуля абсолютного ускорения точки спроецируем векторное равенство сложения ускорений на оси выбранной ранее системы координат xM_1y . Получим:

$$a_{Mx} = -a_r^\tau \cos 60^\circ - a_r^n \cos 30^\circ - a_e = -4,08 \text{ см/с}^2;$$

$$a_{My} = a_r^\tau \cos 30^\circ - a_r^n \cos 60^\circ = 2,15 \text{ см/с}^2.$$

Величина абсолютного ускорения $a_M = \sqrt{a_{Mx}^2 + a_{My}^2} = 4,61$ см/с².

4. ДИНАМИКА ТОЧКИ

4.1. Дифференциальные уравнения движения точки

Движение точки под действием системы сил $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_K$ в прямоугольной декартовой системе координат $Oxyz$ описывается **дифференциальными уравнениями**: $m \frac{d^2x}{dt^2} = \sum F_{kx}, m \frac{d^2y}{dt^2} = \sum F_{ky}, m \frac{d^2z}{dt^2} = \sum F_{kz}$ или, обозначая вторые производные от координат по времени двумя точками, уравнениями: $m \ddot{x} = \sum F_{kx}, m \ddot{y} = \sum F_{ky}, m \ddot{z} = \sum F_{kz}$, где m – масса точки; x, y, z – текущие координаты точки; $\ddot{x}, \ddot{y}, \ddot{z}$ – проекции вектора ускорения точки на оси координат; $\sum F_{kx}, \sum F_{ky}, \sum F_{kz}$ – алгебраические суммы проекций сил на оси координат.

Интегрирование дифференциальных уравнений производится в зависимости от их вида методами, известными из курса математики.

4.2. Задание Д1. Интегрирование дифференциальных уравнений движения точки

Две материальные точки движутся в вертикальной плоскости xOy . Точка 1 массой m_1 , получив в начальном положении A скорость V_{01} , движется вдоль гладкой оси AS , наклоненной под углом β к горизонту. Во время движения на точку 1 действуют сила тяжести и постоянная сила \vec{F}_1 , направленная вдоль оси AS . Направление вектора проекции силы на ось \vec{F}_{1S} показано на схеме.

Одновременно с точкой 1 начинает движение точка 2 массой m_2 из положения B на оси y . На точку 2 действуют сила тяжести и постоянная сила \vec{F}_2 . Направление вектора силы \vec{F}_2 определяется его разложением по единичным векторам \vec{i}, \vec{j} координатных осей x, y .

Определить величину и направление (угол α) начальной скорости V_{02} точки 2, чтобы в момент времени t_1 точки 1 и 2 встретились на оси AS в точке C . Момент времени t_1 задаётся в условиях задачи или определяется по дополнительным условиям встречи.

Варианты заданий представлены на рис. 4.1, 4.2. Исходные данные приведены в табл. 4.1.

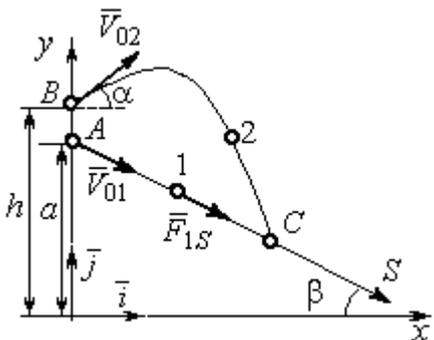
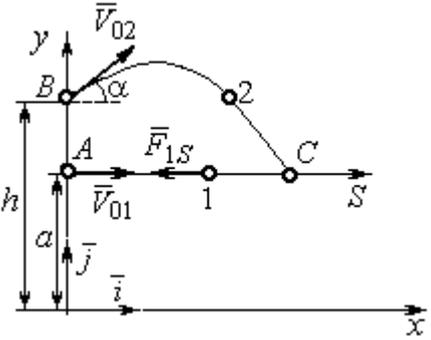
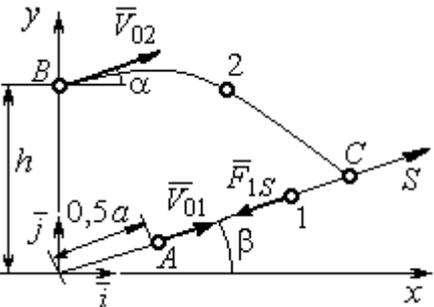
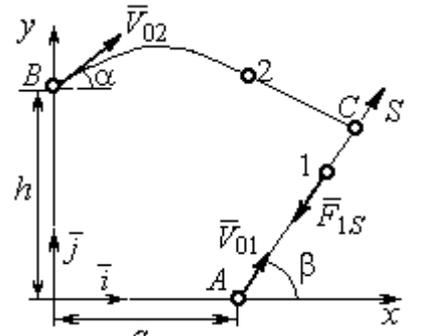
Варианты № 1, 11, 21	Варианты № 2, 12, 22
 <p data-bbox="172 1070 766 1176">Встреча в точке C в момент, когда скорость точки 1 увеличилась в 1,5 раза относительно начальной</p>	 <p data-bbox="813 1059 1444 1131">Встреча в точке C в момент, когда точка 1 максимально удалилась от места старта</p>
Варианты № 3, 13, 23	Варианты № 4, 14, 24
 <p data-bbox="172 1653 766 1758">Встреча в точке C в момент, когда скорость точки 1 уменьшилась в 2 раза относительно начальной</p>	 <p data-bbox="853 1702 1404 1780">Встреча в точке C в момент времени $t_1 = 0,5$ с</p>

Рис. 4.1. Задание Д1. Интегрирование уравнений движения точки.
Номера вариантов задания 1 – 4, 11 – 14, 21 – 24

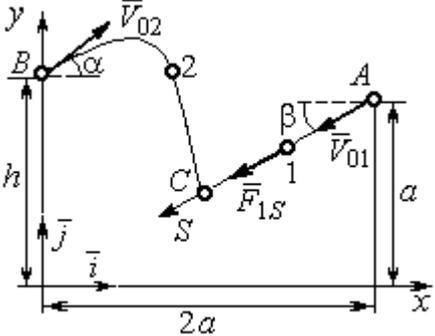
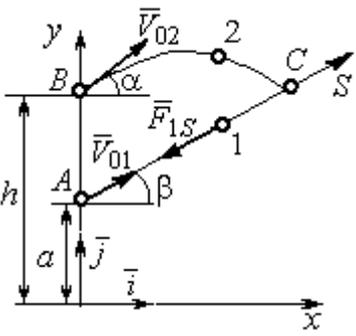
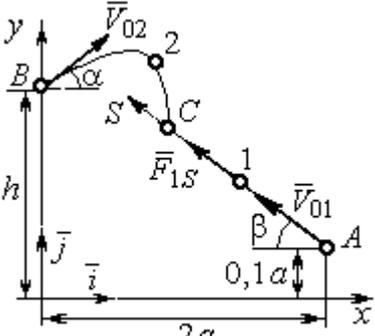
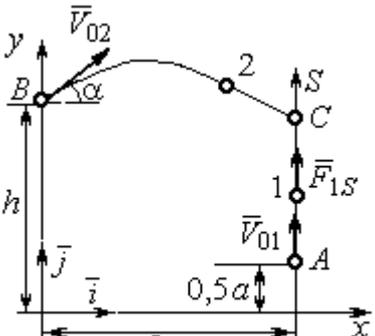
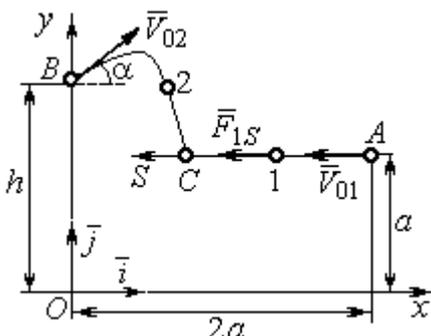
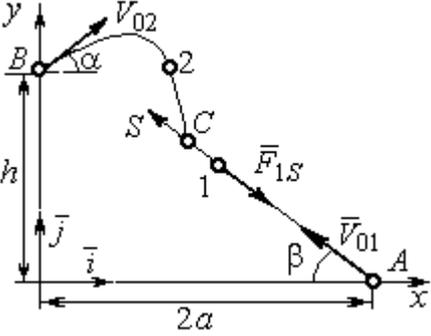
<p style="text-align: center;">Варианты № 5, 15, 25</p>  <p>Встреча в точке C в момент, когда скорость точки 1 увеличилась в 1,5 раза относительно начальной</p>	<p style="text-align: center;">Варианты № 6, 16, 26</p>  <p>Встреча в точке C, когда точка 1 максимально удалилась от места старта</p>
<p style="text-align: center;">Варианты № 7, 17, 27</p>  <p>Встреча в точке C в момент времени $t_1 = 0,4$ с</p>	<p style="text-align: center;">Варианты № 8, 18, 28</p>  <p>Встреча в точке C в момент максимального подъёма точки 1</p>
<p style="text-align: center;">Варианты № 9, 19, 29</p>  <p>Встреча в точке C в момент времени $t_1 = 0,6$ с</p>	<p style="text-align: center;">Варианты № 10, 20, 30</p>  <p>Встреча в точке C в момент, когда точка 1 достигла максимальной высоты подъёма</p>

Рис. 4.2. Задание Д1. Интегрирование уравнений движения точки.
Номера вариантов задания 5 – 10, 15 – 20, 25 – 30

Таблица 4.1

Исходные данные задания Д1. Интегрирование уравнений движения точки

Номер варианта задания	m_1 , кг	F_{1S} , Н	V_{01} , м/с	β , град	m_2 , кг	\vec{F}_2 , Н	a , м	h , м
1	1	3	3	30	2	$7\vec{i}$	2	4
2	3	6	2	0	2	$4\vec{i}+12\vec{j}$	1,5	1
3	2	5	4	35	1,5	$10\vec{i}+4\vec{j}$	2	2,5
4	1	10	2	60	2	$4\vec{i}+8\vec{j}$	2,2	2
5	1	3	3	30	2	$5\vec{i}$	3	4,5
6	0,8	6	6	50	3	$3\vec{i}+12\vec{j}$	1,5	4
7	2	5	4,5	40	1	$10\vec{i}+2\vec{j}$	3	2,5
8	1	2	3,5	90	2	$6\vec{i}+8\vec{j}$	1,2	2
9	2	4	4	0	1	$3\vec{i}+2\vec{j}$	2	2,5
10	1	3	3	55	1,5	$4\vec{i}$	1	1,5
11	0,5	2	3	60	2	$3\vec{i}+8\vec{j}$	1,5	2,5
12	0,2	3	4	0	1	$5\vec{i}-2\vec{j}$	1	2,5
13	1	2	6	50	1,5	$6\vec{i}-4\vec{j}$	0,8	2
14	0,5	6	4	35	1	$3\vec{i}-2\vec{j}$	2,5	2
15	0,2	3	3	50	2	$2\vec{i}-2\vec{j}$	3	4
16	2	4	6	40	2	$3\vec{i}+12\vec{j}$	1	1,5
17	1	6	5	60	1,5	$5\vec{i}+4\vec{j}$	3	2,5
18	1	2	2	90	2	$4\vec{i}+4\vec{j}$	2	2
19	1	3	2	2	2	$2\vec{i}+10\vec{j}$	1	1,5
20	5	4	2	30	1	$3\vec{i}-2\vec{j}$	1,5	1,5
21	0,2	4	4	45	1	$6\vec{i}-2\vec{j}$	1	3
22	0,4	3	2	0	2	$4\vec{i}+6\vec{j}$	1,5	2,5
23	1	3	8	60	2	$4\vec{i}+2\vec{j}$	1,2	1,5
24	0,5	8	3	30	2	$6\vec{i}+7\vec{j}$	2	1,5
25	2	4	4	60	1	$2\vec{i}-2\vec{j}$	3,5	4
26	1	3	5	50	2	$4\vec{i}+6\vec{j}$	0,5	1,5
27	1,5	3	6	30	2	$4\vec{i}+4\vec{j}$	2	2,5
28	2	5	3	90	2	$6\vec{i}+7\vec{j}$	2	1,5
29	2	4	4	0	1	$5\vec{i}-2\vec{j}$	1,5	2
30	1	3	2,5	70	2	$4\vec{i}+6\vec{j}$	1	1

Пример выполнения задания Д1. Интегрирование дифференциальных уравнений движения точки

На рис. 4.3 представлена схема движения материальных точек в вертикальной плоскости xOy . Точка 1 массой $m_1 = 2$ кг, получив в начальном положении A скорость $V_{01} = 4$ м/с, движется вдоль гладкой оси AS с углом наклона $\beta = 30^\circ$. Во время движения на точку 1 действуют сила тяжести \vec{P}_1 и постоянная сила \vec{F}_1 , проекция которой на ось AS равна $F_{1S} = 4,5$ Н. Направление вектора проекции силы \vec{F}_{1S} на ось AS показано на рис. 4.3.

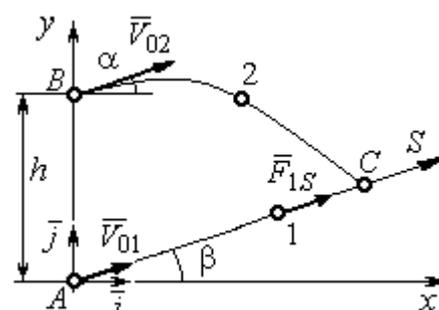


Рис. 4.3. Схема совместного движения точек

Одновременно с началом движения точки 1 из положения B на оси y высотой $h = 1$ м начинает движение точка 2 массой $m_2 = 1,2$ кг. На точку 2 действуют сила тяжести \vec{P}_2 и сила \vec{F}_2 , направление которой определяется разложением по единичным векторам \vec{i} , \vec{j} осей x , y декартовой системы координат: $\vec{F}_2 = 2,4\vec{i} + 4,5\vec{j}$, Н. Определить величину и направление (угол α) начальной скорости V_{02} точки 2, чтобы в момент времени t_1 , когда скорость точки 1 уменьшилась в 2 раза по сравнению с начальным значением, обе они встретились на оси AS в точке C .

Решение

Рассмотрим движение точки 1. В текущий момент времени на точку 1 действует сила тяжести \vec{P}_1 , нормальная реакция \vec{N}_1 наклонной оси AS и сила \vec{F}_1 , величина проекции которой на ось AS равна F_{1S} (рис. 4.4). Дифференциальное уравнение движения точки 1 $m_1\ddot{S} = F_{1S} - P_1\sin\beta$, или $m_1\frac{dV_{1S}}{dt} = 4,5 - m_1g\sin\beta$. С учетом исходных данных, полагая ускорение свободного падения $g = 9,81$ м/с², дифференциальное уравнение движения точки 1

приводится к виду: $\frac{dV_{1S}}{dt} = -2,66$. Разделим переменные, представив дифференциальное уравнение в виде $dV_{1S} = -2,66dt$. Проинтегрировав его, получим

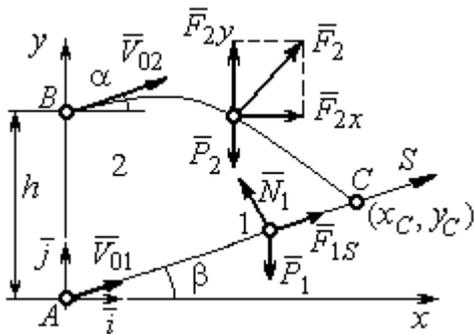


Рис. 4.4. Силы, действующие на точки 1 и 2, во время их движения

зависимость скорости точки 1 от времени: $V_{1S} = -2,66t + C_1$. Для того чтобы определить закон движения точки 1, представим скорость точки как производную от координаты $V_{1S} = \frac{dS}{dt}$. Получим дифференци-

альное уравнение $\frac{dS}{dt} = -2,66t + C_1$, проин-

тегрировав которое, найдём уравнение движения точки 1: $S = -1,33t^2 + C_1t + C_2$. Константы интегрирования C_1, C_2 находятся из начальных условий: при $t = 0, S = 0, \dot{S} = V_{1S} = V_{01} = 4$ м/с. Подставляя первое из условий в уравнение движения точки 1, получим $C_2 = 0$. Подставим начальное значение скорости в уравнение $\dot{S} = -2,66t + C_1$, выражающее зависимость скорости точки 1 от времени. Получим $C_1 = 4$. Таким образом, движение точки 1 вдоль оси AS описывается уравнением: $S = -1,33t^2 + 4t$.

По условию задачи встреча двух точек происходит в момент времени t_1 , когда скорость первой точки уменьшилась в 2 раза по сравнению с начальной:

$V_{1S}(t_1) = \frac{V_{01}}{2} = 2$ м/с. Подставляя это условие в уравнение, выражающее зависимость скорости точки 1 от времени, получим: $2 = -2,66t_1 + 4$, откуда найдём момент времени встречи $t_1 = 0,75$ с. Расстояние AC, пройденное точкой 1 до встречи, определяется как путь, пройденный этой точкой за время $t_1 = 0,75$ с, $AC = S(t_1) = -1,33 \cdot 0,75^2 + 4 \cdot 0,75 = 2,25$ м. Координаты точки встречи x_C, y_C определяются из равенств: $x_C = S(t_1)\cos 30^\circ = 1,95$ м; $y_C = S(t_1)\sin 30^\circ = 1,12$ м.

Рассмотрим движение точки 2. В текущий момент времени на нее действует сила тяжести \vec{P}_2 и сила $\vec{F}_2 = 2,4\vec{i} + 4,5\vec{j}$, проекции которой на оси координат $F_{2x} = 2,4$ Н, $F_{2y} = 4,5$ Н. Дифференциальные уравнения движения точки 2 в проекциях на оси координат x, y имеют вид:

$$m_2\ddot{x} = F_{2x} = 2,4, \quad m_2\ddot{y} = -P_2 + F_{2y} = -m_2g + 4,5,$$

или после подстановки исходных данных: $\ddot{x} = 2, \quad \ddot{y} = -6,06$.

Представим в первом уравнении проекцию ускорения точки 2 на ось x как производную от соответствующей проекции скорости $\ddot{x} = \frac{dV_{2x}}{dt}$. После разделения переменных получим дифференциальное уравнение $dV_{2x} = 2dt$. Проинтегрируем его и найдем зависимость горизонтальной составляющей скорости точки 2 от времени: $V_{2x} = 2t + C_3$. Заменяем в этом уравнении проекцию скорости точки на ось x на производную от координаты $V_{2x} = \frac{dx}{dt}$. После интегрирования получим уравнение, описывающее движение точки 2 вдоль оси x , $x = t^2 + C_3t + C_4$. Для того чтобы найти постоянные C_3 и C_4 , воспользуемся граничными условиями движения точки 2 – известной начальной координатой движения точки и вычисленной координатой точки встречи, то есть при $t = 0$, $x = 0$, а при $t_1 = 0,75$ с $x(t_1) = x_C = 1,95$ м. Подставляя граничные условия в уравнение движения точки 2, получим $C_4 = 0$, $C_3 = 1,85$. Таким образом, уравнение движения точки 2 вдоль оси x : $x = t^2 + 1,85t$.

Закон движения точки 2 вдоль оси y находим путем интегрирования второго дифференциального уравнения. Его представим в виде: $\frac{dV_{2y}}{dt} = -6,06$. После разделения переменных и первого интегрирования получим зависимость проекции скорости точки 2 на ось y от времени: $V_{2y} = -6,06t + C_5$. Заменяя проекцию скорости точки 2 на ось y производной от координаты $V_{2y} = \frac{dy}{dt}$, вто-

рично проинтегрируем. В результате движение точки 2 вдоль оси y описывается уравнением: $y = -3,03t^2 + C_5t + C_6$. Для определения констант C_5 и C_6 используем граничные условия: при $t = 0$ $y(0) = h = 1$ м, а при $t_1 = 0,75$ с $y(t_1) = y_C = 1,12$ м. Получим $C_6 = 1$, $C_5 = 2,43$. Таким образом, точка 2 движется вдоль оси y по закону: $y = -3,03t^2 + 2,43t + 1$.

Проекции скорости точки 2 на оси координат как функции времени имеют вид: $V_{2x}(t) = \dot{x} = 2t + 1,85$, $V_{2y}(t) = \dot{y} = -6,06t + 2,43$. Значения проекций при $t = 0$: $V_{02x} = V_{2x}(0) = 1,85$ м/с, $V_{02y} = V_{2y}(0) = 2,43$ м/с. Величина начальной скорости: $V_{02} = \sqrt{V_{02x}^2 + V_{02y}^2} = 3,05$ м/с.

Угол наклона вектора скорости в начальный момент определяется из равенства: $\operatorname{tg}\alpha = \frac{V_{02y}}{V_{02x}} = \frac{2,43}{1,85} = 1,31$. Откуда $\alpha = 52,64^\circ$.

4.3. Колебания материальной точки

Силы, возникающие при отклонении материальной точки от положения равновесия и направленные так, чтобы вернуть точку в это положение, называются **восстанавливающими**. Восстанавливающие силы, линейно зависящие от расстояния от точки до положения её равновесия, называются **линейными восстанавливающими силами**. Так, сила упругости пружины $F = c\Delta\ell$, где c – коэффициент жесткости (или просто жёсткость) пружины; $\Delta\ell$ – удлинение пружины, является линейной восстанавливающей силой.

Дифференциальное уравнение движения материальной точки массой m вдоль оси Ox под действием линейной восстанавливающей силы, представляет собой уравнение гармонических колебаний и имеет вид:

$$m\ddot{x} + cx = 0, \text{ или } \ddot{x} + \omega^2x = 0,$$

где x – отклонение точки от положения равновесия, куда поместили начало

координат; ω – угловая частота колебаний, $\omega^2 = \frac{c}{m}$. Единица измерения угловой частоты – рад/с.

Решение дифференциального уравнения свободных колебаний представляется суммой $x = C_1 \cos \omega t + C_2 \sin \omega t$, где постоянные интегрирования C_1 и C_2 находятся из начальных условий. **Амплитуда свободных колебаний**

$A = \sqrt{C_1^2 + C_2^2}$. Промежуток времени, в течение которого точка совершает одно полное колебание, называется **периодом колебаний**: $T = \frac{2\pi}{\omega}$. Величина, об-

ратная периоду $\nu = \frac{1}{T}$ определяет число полных колебаний точки за 1 с и называется **частотой колебаний**. Частота колебаний измеряется в герцах (Гц). Частота, равная 1 Гц, соответствует одному полному колебанию в секунду. Угловая частота связана с частотой колебаний соотношением $\omega = 2\pi\nu$.

Если на материальную точку кроме восстанавливающей силы действует сила сопротивления движению, пропорциональная скорости точки, $\vec{R} = -\mu\vec{V}$, где μ – коэффициент сопротивления, то дифференциальное уравнение движения точки с сопротивлением относительно положения равновесия имеет вид

$$m\ddot{x} + \mu\dot{x} + cx = 0, \text{ или } \ddot{x} + 2n\dot{x} + \omega^2 x = 0, \text{ где } n - \text{коэффициент затухания, } n = \frac{\mu}{2m};$$

ω – угловая частота собственных колебаний точки без учёта сопротивления, $\omega^2 = \frac{c}{m}$.

При $n < \omega$ движение точки представляет затухающие колебания. Общее решение дифференциального уравнения колебаний с сопротивлением $x = e^{-nt}(C_1 \cos \omega_1 t + C_2 \sin \omega_1 t) = Ae^{-nt} \sin(\omega_1 t + \alpha)$, где C_1 и C_2 – постоянные интегрирования; ω_1 – угловая частота затухающих колебаний, $\omega_1 = \sqrt{\omega^2 - n^2}$;

$A_1 = Ae^{-nt}$ – амплитуда затухающих колебаний, $A = \sqrt{C_1^2 + C_2^2}$; α – начальная фаза колебаний, $\operatorname{tg}\alpha = \frac{C_1}{C_2}$.

При $n > \omega$ движение точки аperiodическое, затухающее. Общее решение дифференциального уравнения движения точки с таким сопротивлением имеет вид $x = e^{-nt}(C_1e^{\omega_2 t} + C_2e^{-\omega_2 t})$, где $\omega_2 = \sqrt{n^2 - \omega^2}$.

При $n = \omega$ движение точки происходит согласно уравнению $x = e^{-nt}(C_1t + C_2)$.

Если кроме восстанавливающей силы на материальную точку действует переменная возмущающая сила, колебания точки называются **вынужденными**.

При действии гармонической возмущающей силы $F = H\sin pt$, где H , p – амплитуда и угловая частота колебаний возмущающей силы, дифференциальное уравнение вынужденных колебаний материальной точки относительно положения равновесия и при отсутствии сил сопротивления имеет вид

$$m\ddot{x} + cx = H\sin pt, \text{ или } \ddot{x} + \omega^2 x = h\sin pt,$$

где ω – угловая частота собственных гармонических колебаний, $\omega^2 = \frac{c}{m}$; h –

относительная амплитуда возмущающей силы, $h = \frac{H}{m}$.

Общее решение неоднородного дифференциального уравнения вынужденных колебаний представляется как сумма общего решения однородного уравнения и частного решения неоднородного.

При отсутствии резонанса, когда частота собственных колебаний не совпадает с частотой возмущающей силы $p \neq \omega$, решение имеет вид:

$$x = C_1 \cos \omega t + C_2 \sin \omega t + \frac{h}{\omega^2 - p^2} \sin pt, \text{ а в случае резонанса, когда } p = \omega, \text{ – вид:}$$

$$x = C_1 \cos \omega t + C_2 \sin \omega t - \frac{ht}{2p} \cos pt. \text{ Значения произвольных постоянных } C_1 \text{ и } C_2$$

определяются из общего решения неоднородного уравнения с учетом начальных условий движения. Амплитуда собственных колебаний груза $A_{\text{соб}} = \sqrt{C_1^2 + C_2^2}$. Амплитуда вынужденных колебаний при отсутствии резонанса $A_{\text{вын}} = \frac{h}{\omega^2 - p^2}$. При резонансе амплитуда вынужденных колебаний растет как линейная функция времени $A_{\text{вын}} = \frac{ht}{2p}$.

Если возмущающее воздействие заключается в **принудительном гармоническом колебании точки подвеса пружины**, например, по закону $S = a \sin pt$, где a , p – амплитуда и угловая частота колебаний точки подвеса пружины, дифференциальное уравнение вынужденных колебаний материальной точки относительно положения равновесия при отсутствии сил сопротивления имеет вид $\ddot{x} + \omega^2 x = h \sin pt$, где ω – угловая частота собственных гармонических колебаний, $\omega^2 = \frac{c}{m}$; h – относительная амплитуда возмущающего ко-

лебания, $h = \frac{ca}{m}$. Общее решение неоднородного дифференциального уравнения вынужденных колебаний при принудительном гармоническом колебании точки подвеса пружины может быть получено аналогично случаю возмущения гармонической силой.

Система пружин заменяется одной с эквивалентной жесткостью. Так, колебания груза на двух параллельных пружинах с коэффициентами жесткости c_1 и c_2 (рис. 4.5, *a*) можно рассматривать как колебания груза на одной пружине эквивалент-

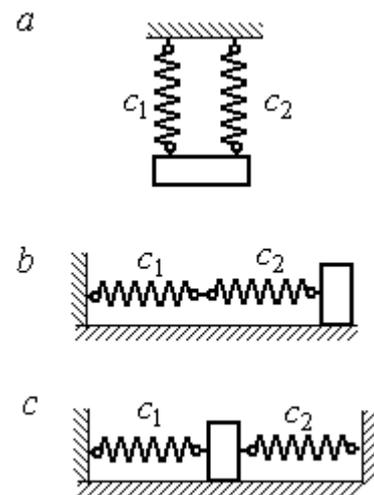


Рис. 4.5. Способы крепления груза на двух пружинах:
a – две параллельные пружины;
b – последовательно соединённые пружины; *c* – крепление груза между пружинами

ной жесткости $c_{\text{экв}} = c_1 + c_2$, где $c_{\text{экв}}$ – коэффициент жесткости эквивалентной пружины. При последовательном соединении пружин (рис. 4.5, *b*) коэффициент жесткости эквивалентной пружины $c_{\text{экв}} = \frac{c_1 c_2}{c_1 + c_2}$. Если груз расположен между двумя пружинами (рис. 4.5, *c*), тогда $c_{\text{экв}} = c_1 + c_2$. Коэффициент жесткости эквивалентной пружины равен сумме коэффициентов жесткости пружин.

4.4. Задание Д2. Исследование колебаний точки

Задание Д2 на исследование колебаний точки включает две задачи.

Задача 1. Исследование гармонических колебаний точки.

Найти уравнение движения груза массой m_1 (или одновременно двух грузов массой m_1 и m_2) на пружине жесткостью c_1 (или на двух пружинах жесткостью c_1 и c_2). Расположение грузов на пружине и описание условий, при которых начались колебания, приведено на схемах. Определить амплитуду и частоту колебаний.

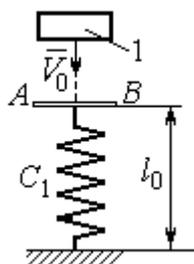
Задача 2. Исследование вынужденных колебаний точки.

Груз движется на пружинах, расположенных вертикально или горизонтально. При движении груза по горизонтальной поверхности трение не учитывается. Жёсткость пружин c_1 и c_2 . Направление возмущающего усилия $F = F(t)$, приложенного к грузу, или возмущающего движения точки крепления пружин $S = S(t)$, а также описание условий начала колебаний приведено на схемах. В задачах, где на схемах присутствует амортизатор, создающий сопротивление движению груза, сила сопротивления пропорциональна скорости движения груза и находится по формуле: $\vec{R} = -\mu \vec{V}$ Н, где μ – коэффициент сопротивления; V – скорость груза. Определить уравнение колебаний груза, амплитуды собственных и вынужденных колебаний.

Варианты заданий даны на рис. 4.6 – 4.9. Исходные данные в табл. 4.2.

Варианты № 1, 11, 21

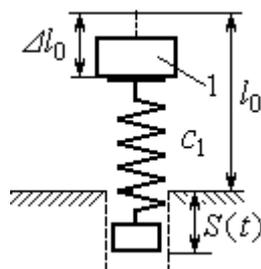
Задача 1



Невесомая пластина AB укреплена на нерастянутой пружине. Груз 1, получив начальную скорость V_0 , падает вертикально вниз. Через 1 с после начала падения груз достигает пластины и продолжает движение вместе с ней

пластины и продолжает движение вместе с ней

Задача 2

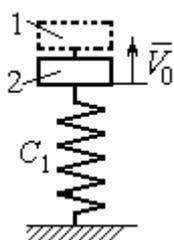


К верхнему концу пружины, сжатой на величину Δl_0 , прикрепляют груз 1 и отпускают без начальной скорости. Одновременно нижний конец пружины

начинает двигаться по закону $S = S(t)$

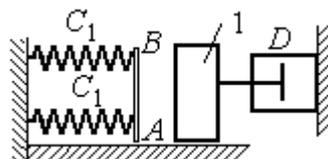
Варианты № 2, 12, 22

Задача 1



В положении статического равновесия двух грузов (1 и 2), установленных на пружине, груз 1 убрали, а грузу 2 сообщили скорость V_0 , направленную вверх

Задача 2

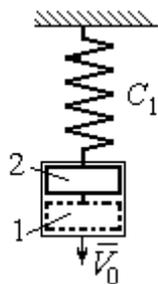


Груз 1 движется по гладкой горизонтальной поверхности с

начальной скоростью V_0 . Через 1 с груз упирается в площадку AB , укрепленную на недеформированных пружинах, соединённых параллельно, и продолжает движение вместе с ней. Во время движения (до упора в площадку AB и вместе с ней) груз испытывает сопротивление, создаваемое демпфером D

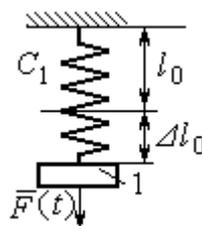
Варианты № 3, 13, 23

Задача 1



В положении статического равновесия груза 2, укрепленного на пружине, к нему присоединили груз 1 и оба груза толкнули вниз со скоростью V_0

Задача 2



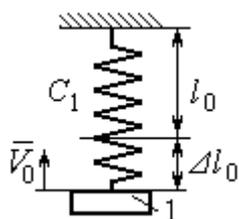
Недеформированную пружину оттянули вниз на расстояние Δl_0 , подцепили груз 1 и отпустили без начальной скорости. Одновременно на груз стала действовать

возмущающая сила $\vec{F}(t)$

Рис. 4.6. Задание Д2. Исследование колебаний точки.
Варианты задания 1 – 3, 11 – 13, 21 – 23

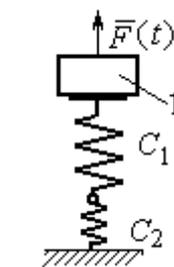
Варианты № 4, 14, 24

Задача 1



К недеформированной пружине подцепили груз 1, оттянули его вниз на расстояние Δl_0 и сообщили скорость V_0 , направленную вверх

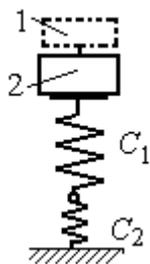
Задача 2



Грузу 1, укрепленному на двух последовательно соединённых пружинах в положении статического равновесия, сообщили начальную скорость V_0 , направленную вниз. Одновременно на груз стала действовать возмущающая сила $\vec{F}(t)$

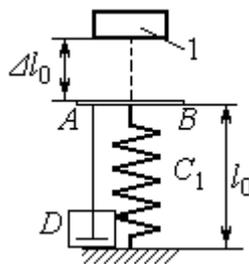
Варианты № 5, 15, 25

Задача 1



В положении статического равновесия грузов 1 и 2, укрепленных на двух вертикальных последовательно соединённых пружинах, убрали груз 1, а груз 2 отпустили без начальной скорости

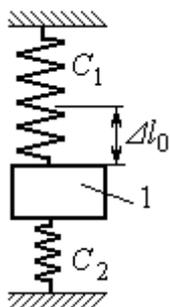
Задача 2



Груз 1 падает с высоты Δl_0 на площадку AB , установленную на недеформированной пружине, и продолжает движение вместе с ней. Демпфер D создаёт сопротивление движению груза на пружине

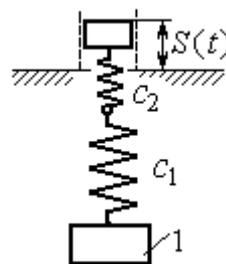
Варианты № 6, 16, 26

Задача 1



Груз 1 поместили между двумя недеформированными пружинами, затем оттянули вниз на расстояние Δl_0 и отпустили без начальной скорости

Задача 2



К недеформированным пружинам, соединённым последовательно, подцепили груз 1 и толкнули его вниз со скоростью V_0 . Одновременно верхний конец пружины начинает двигаться по закону $S = S(t)$

Рис. 4.7. Задание Д2. Исследование колебаний точки.
Варианты задания 4 – 6, 14 – 16, 24 – 26

Варианты № 7, 17, 27

<p>Задача 1</p>	<p>К недеформированным пружинам приложили груз 1, переместили его вниз на величину Δl_0 и сообщили скорость V_0, направленную вниз</p>	<p>Задача 2</p>	<p>К нерастянутой пружине, расположенной на горизонтальной гладкой поверхности, подцепили груз 1, оттянули его на расстояние Δl_0 и отпустили. Одновременно на груз стала действовать горизонтальная возмущающая сила $\vec{F}(t)$</p>
-----------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Варианты № 8, 18, 28

<p>Задача 1</p>	<p>Грузы 1 и 2 находятся на пружине в положении статического равновесия. Груз 2 удаляют, а грузу 1 сообщают скорость V_0, направленную вверх</p>	<p>Задача 2</p>	<p>В положении статического равновесия груза 1 ему сообщили скорость V_0, направленную вниз. Демпфер A создаёт сопротивление движению груза</p>
-----------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Варианты № 9, 19, 29

<p>Задача 1</p>	<p>Груз 1 без начальной скорости падает вниз. Пройдя путь 1 м, груз достигает невесомой пластины AB, укрепленной на недеформированных, параллельно соединённых пружинах, и дальше движется вместе с ней</p>	<p>Задача 2</p>	<p>К двум горизонтальным пружинам, соединённым последовательно, в положении их нерастянутого состояния прицепили груз 1 и сообщили ему горизонтальную скорость V_0, направленную в сторону сжатия пружин. Одновременно левый конец пружинной системы начинает двигаться по закону $S = S(t)$</p>
-----------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Рис. 4.8. Задание Д2. Исследование колебаний точки. Варианты задания 7 – 9, 17 – 19, 27 – 29

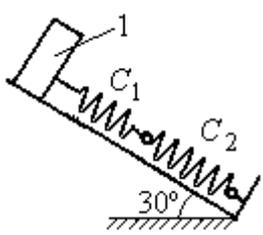
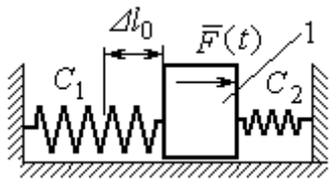
Варианты № 10, 20, 30	
<p>Задача 1</p>  <p>В положении статического равновесия груза 1, укрепленного на двух последовательно соединенных пружинах, сообщили скорость V_0, направленную вниз по наклонной плоскости</p>	<p>Задача 2</p>  <p>Между двумя горизонтальными недеформированными пружинами на гладкую поверхность поместили груз 1, оттянули его влево на расстояние Δl_0 и отпустили без начальной скорости. Одновременно на груз стала действовать возмущающая сила $\vec{F}(t)$</p>

Рис. 4.9. Задание Д2. Исследование колебаний точки.
Варианты задания 10, 20, 30

Таблица 4.2

Исходные данные задания Д2. Исследование колебаний точки

Номер варианта задания	Номер задачи	m_1 , кг	m_2 , кг	V_0 , м/с	c_1 , Н/м	c_2 , Н/м	Δl_0 , м	μ , Н·с/м	$F(t)$, Н	$S(t)$, м
1	1	2,5	—	2,0	200	—	—	—	—	—
	2	2,0	—	—	210	—	0,1	—	—	$0,02\sin 12t$
2	1	1,5	2,0	4	250	—	—	—	—	—
	2	2,0	—	4	220	—	—	1,0	—	—
3	1	2,0	1,5	3	250	—	—	—	—	—
	2	1,2	—	—	200	—	0,14	—	$12\sin 5t$	—
4	1	2,0	—	3	180	—	0,1	—	—	—
	2	1,5	—	2	150	120	—	—	$8\sin 12t$	—
5	1	1,0	2,0	—	120	100	—	—	—	—
	2	1,0	—	—	50	—	0,5	18	—	—
6	1	1,2	—	—	120	180	0,12	—	—	—
	2	1,4	—	2,4	120	180	—	—	—	$0,03\sin 14t$
7	1	1,6	—	3,2	140	—	0,15	—	—	—
	2	1,5	—	—	120	—	0,12	—	$12\sin 6t$	—
8	1	1,0	2,0	3,0	150	—	—	—	—	—
	2	2,0	—	3,5	120	—	—	15	—	—

Продолжение табл. 4.2

Номер варианта задания	Номер задачи	m_1 , КГ	m_2 , КГ	V_0 , М/С	c_1 , Н/М	c_2 , Н/М	$\Delta\ell_0$, М	μ , Н·С/М	$F(t)$, Н	$S(t)$, М
9	1	1,5	—	—	100	—	—	—	—	—
	2	1,4	—	2,0	100	110	—	—	—	$0,015\sin 8t$
10	1	2,5	—	2,5	110	100	—	—	—	—
	2	2,0	—	—	110	52	0,08	—	$5\sin 9t$	—
11	1	2,0	—	4,0	300	—	—	—	—	—
	2	1,0	—	—	200	—	0,12	—	—	$0,01\sin 4t$
12	1	1,8	2,4	4	220	—	—	—	—	—
	2	1,0	—	5	240	—	—	0,6	—	—
13	1	1,5	1,5	2	200	—	—	—	—	—
	2	1,8	—	—	180	—	0,08	—	$10\sin 10t$	—
14	1	2,0	—	2	200	—	0,12	—	—	—
	2	2,0	—	2	150	120	—	—	$10\sin 8t$	—
15	1	1,5	2,0	—	120	250	—	—	—	—
	2	1,5	—	—	120	—	0,4	4	—	—
16	1	2,0	—	—	150	75	0,1	—	—	—
	2	2,0	—	2,5	150	75	—	—	—	$0,01\sin 5t$
17	1	1,5	—	2,1	160	—	0,11	—	—	—
	2	1,8	—	—	150	—	0,1	—	$8\sin 12t$	—
18	1	2,0	1,0	2,5	80	—	—	—	—	—
	2	1,5	—	2,5	50	—	—	21	—	—
19	1	1,6	—	—	120	—	—	—	—	—
	2	1,2	—	2,0	85	120	—	—	—	$0,015\sin 7t$
20	1	2,0	—	2,0	90	100	—	—	—	—
	2	2,5	—	—	100	90	0,12	—	$6\sin 10t$	—
21	1	2,0	—	1,6	220	—	—	—	—	—
	2	2,5	—	—	250	—	0,14	—	—	$0,01\sin 10t$
22	1	2,2	1,5	3	180	—	—	—	—	—
	2	1,5	—	4	280	—	—	0,8	—	—
23	1	2,2	1,2	2	220	—	—	—	—	—
	2	1,6	—	—	200	—	0,12	—	$5\sin 7t$	—

Номер варианта задания	Номер задачи	m_1 , кг	m_2 , кг	V_0 , м/с	c_1 , Н/м	c_2 , Н/м	$\Delta\ell_0$, м	μ , Н·с/м	$F(t)$, Н	$S(t)$, м
24	1	1,6	—	2,4	160	—	0,13	—	—	—
	2	1,0	—	3	150	300	—	—	$6\sin 10t$	—
25	1	0,8	1,2	—	120	80	—	—	—	—
	2	0,8	—	—	180	—	0,4	12	—	—
26	1	1,4	—	—	100	120	0,15	—	—	—
	2	1,8	—	2,2	150	120	—	—	—	$0,015\sin 8t$
27	1	2	—	4,0	150	—	0,12	—	—	—
	2	2	—	—	162	—	0,13	—	$5\sin 9t$	—
28	1	1,5	2,0	2,0	140	—	—	—	—	—
	2	1,5	—	3,1	180	—	—	12	—	—
29	1	1,0	—	—	140	—	—	—	—	—
	2	2,0	—	2,4	75	150	—	—	—	$0,08\sin 5t$
30	1	1,6	—	3	75	150	—	—	—	—
	2	1,5	—	3	80	70	0,15	—	$8\sin 10t$	—

Пример выполнения задания Д2. Исследование колебаний точки

Задача 1. Груз 1 весом $P = 20$ Н, лежащий на гладкой наклонной плоскости,

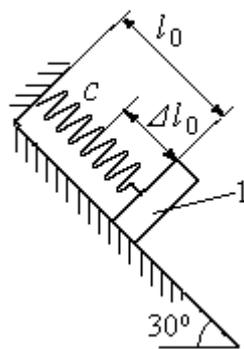


Рис. 4.10. Схема крепления груза и условия начала колебаний

прикреплён к недеформированной пружине, расположенной параллельно плоскости (рис. 4.10). Угол наклона плоскости к горизонту 30° , коэффициент жесткости пружины $c = 400$ Н/м. В начальный момент груз переместили вверх по наклонной плоскости (сжали пружину) на расстояние $\Delta\ell_0 = 0,1$ м относительно нерастянутой пружины и отпустили без начальной скорости.

Определить уравнение колебаний груза 1, а также частоту и амплитуду колебаний.

Решение

Расчетная схема колебаний груза 1 показана на рис. 4.11. Направим ось Ox , вдоль которой происходят колебания груза, вниз вдоль наклонной плоскости. Начало отсчёта координаты x выберем в положении статического равновесия груза (см. рис. 4.11). В произвольном положении груза, обозначенном координатой x , к нему приложены три силы: сила тяжести \vec{P} , реакция опоры наклонной плоскости \vec{N} и сила упругости пружины $\vec{F}_{\text{упр}}$. Проекция силы упругости пружины на ось Ox : $F_{\text{упр},x} = -c\Delta\ell$, где $\Delta\ell$ – удлинение пружины относительно её нерастянутого положения, включающее её растяжение x относительно выбранного начала координат и растяжение $\lambda_{\text{ст}}$ при статическом равновесии груза на наклонной плоскости.

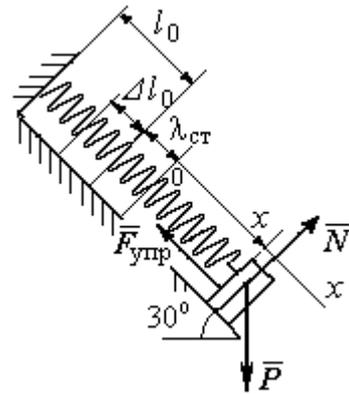


Рис. 4.11. Расчётная схема колебаний груза

С учетом выражения силы упругости получим дифференциальное уравнение движения груза в проекции на ось Ox :

$$m\ddot{x} = P\sin 30^\circ - c(x + \lambda_{\text{ст}}).$$

В положении статического равновесия сила упругости уравновешивается силой, равной проекции силы тяжести на ось x : $P\sin 30^\circ - c\lambda_{\text{ст}} = 0$. Подставляя это выражение условия статического равновесия груза в уравнение движения, получим дифференциальное уравнение колебаний груза:

$$m\ddot{x} = -cx, \text{ или } \ddot{x} + \omega^2 x = 0,$$

где ω – угловая частота колебаний; $\omega = \sqrt{\frac{c}{m}} = 14,01 \text{ рад/с}$.

Общее решение уравнения колебаний $x = C_1 \cos \omega t + C_2 \sin \omega t$.

Для определения произвольных постоянных C_1 и C_2 вычислим координату x_0 начального положения груза на оси Ox .

Растяжение пружины в положении статического равновесия

$$\lambda_{\text{ст}} = \frac{P \sin 30^\circ}{c} = 0,025 \text{ м.}$$

Координата начального положения груза определяется

величиной сжатия пружины и, поскольку начало отсчёта координаты x выбрано в положении статического равновесия груза, равна (со знаком!):
 $x_0 = -(\Delta \ell_0 + \lambda_{\text{ст}}) = -0,125 \text{ м}$ (см. рис. 4.11).

Подставляя значение координаты начального положения груза в общее решение уравнения колебаний при $t = 0$, получим $C_1 = -0,125 \text{ м}$. Для определения второй константы вычислим скорость груза в произвольный момент времени: $\dot{x} = -C_1 \omega \sin \omega t + C_2 \omega \cos \omega t$. Подставим сюда начальное значение скорости груза при $t = 0$ $\dot{x} = V_0 = 0$, получим $C_2 = 0$. Окончательно уравнение движения груза 1 относительно положения статического растяжения пружины:

$$x(t) = -0,125 \cos 14,01t \text{ м.}$$

Амплитуда колебаний груза $A = 0,125 \text{ м}$.

Задача 2. Груз 1 весом $P = 20 \text{ Н}$ подвешен на недеформированной вертикальной пружине (рис. 4.12). Жесткость пружины $c = 800 \text{ Н/м}$. В начальный

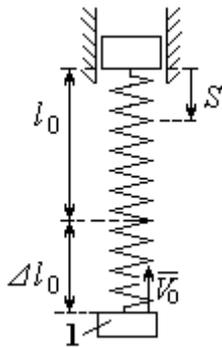


Рис. 4.12. Схема крепления груза и условия начала колебаний

момент груз был оттянут вниз в положение, при котором пружина растянулась на расстояние $\Delta \ell_0 = 0,1 \text{ м}$, и в этом положении ему сообщена начальная скорость $V_0 = 2 \text{ м/с}$, направленная вверх.

Одновременно с началом движения груза верхний конец пружины стал совершать гармонические колебания по закону

$$S = a \sin 10t, \text{ где } a = 0,02 \text{ м.}$$

Определить уравнение колебаний груза 1, а также частоту и амплитуду собственных колебаний.

Решение

Расчетная схема колебаний груза 1 показана на рис. 4.13. Направим ось Ox , вдоль которой происходят колебания груза, вертикально вниз. Начало отсчёта координаты x выберем в положении статического равновесия груза (см. рис. 4.13, c, d). В произвольном положении груза, обозначенном координатой x ,

к нему приложены две силы: сила тяжести \vec{P} и сила упругости пружины $\vec{F}_{\text{упр}}$.

Проекция силы упругости пружины на ось Ox

$$F_{\text{упр}x} = -c\Delta\ell = -c(x + \lambda_{\text{ст}} - S),$$

где $\Delta\ell$ – удлинение пружины, включающее её растяжение x относительно начала координат, растяжение $\lambda_{\text{ст}}$ при статическом равновесии груза и уменьшение растяжения при смещении верхнего конца, $\Delta\ell = (x + \lambda_{\text{ст}} - S)$.

С учетом выражения силы упругости получим дифференциальное уравнение движения груза в проекции на ось Ox :

$$m\ddot{x} = P - c(x + \lambda_{\text{ст}} - S).$$

В положении статического равновесия выполняется условие равенства сил: $P - c\lambda_{\text{ст}} = 0$.

После подстановки его в уравнение движения груза получаем дифференциальное уравнение вынужденных колебаний:

$$m\ddot{x} = -cx + cS, \text{ или } \ddot{x} + \omega^2 x = h \sin pt,$$

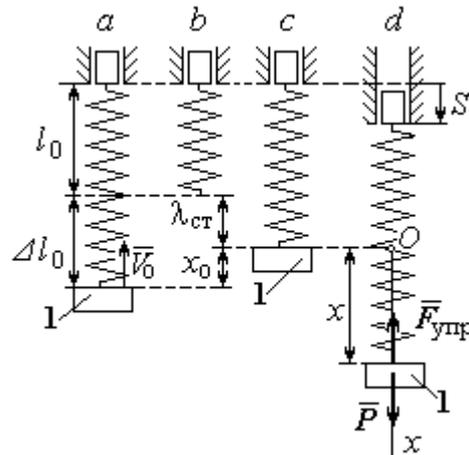


Рис. 4.13. Расчётная схема вынужденных колебаний груза: a – положение груза на начало колебаний; b – недеформированная пружина; c – статическое растяжение пружины под действием веса груза; d – положение груза в произвольный момент времени и перемещение точки подвеса пружины

где ω – угловая частота собственных колебаний, $\omega = \sqrt{\frac{c}{m}}$, $\omega = 19,81$ рад/с;

h – относительная амплитуда вынужденных колебаний, $h = \frac{ca}{m} = 7,85$ м/с²;

p – угловая частота вынужденных колебаний, $p = 10$ рад/с.

При отсутствии резонанса (здесь $\omega \neq p$) общее решение уравнения вынужденных колебаний имеет вид $x = C_1 \cos \omega t + C_2 \sin \omega t + \frac{h}{\omega^2 - p^2} \sin pt$.

Для определения произвольных постоянных C_1 и C_2 вычислим координату x_0 начального положения груза на оси Ox . Координата начального положения груза (см. рис. 4.13, б) $x_0 = \Delta \ell_0 - \lambda_{\text{ст}}$. Растяжение пружины в положении статического равновесия $\lambda_{\text{ст}} = \frac{P}{c} = 0,02$ м, тогда $x_0 = 0,08$ м. Подставляя значение координаты начального положения груза в общее решение уравнения вынужденных колебаний при $t = 0$, получим: $C_1 = x_0 = 0,08$ м.

Для определения второй константы вычислим скорость груза в произвольный момент времени: $\dot{x} = -C_1 \omega \sin \omega t + C_2 \omega \cos \omega t + \frac{hp}{\omega^2 - p^2} \cos pt$. Проекция скорости груза в начальный момент на ось Ox $V_{0x} = -V_0$. Подставив начальное значение скорости груза при $t = 0$ $\dot{x} = V_{0x} = -V_0$, получим:

$C_2 = -\frac{V_0}{\omega} - \frac{hp}{\omega(\omega^2 - p^2)} = -0,11$ м. Окончательно уравнение движения груза 1

относительно положения статического равновесия, м.

$$x(t) = 0,08 \cos 19,82t - 0,11 \sin 19,82t - 0,03 \sin 10t.$$

Амплитуда вынужденных колебаний $A_{\text{вын}} = \frac{h}{\omega^2 - p^2} = 0,03$ м. Амплиту-

да собственных колебаний груза $A_{\text{соб}} = \sqrt{C_1^2 + C_2^2} = 0,14$ м.

4.5. Теорема об изменении кинетической энергии точки

Работой $A(\vec{F})$ силы \vec{F} , постоянной по модулю и направлению, на конечном прямолинейном перемещении S_1 точки приложения силы называется величина $A(\vec{F}) = FS_1 \cos \alpha$. Если угол α острый, работа силы положительна. Если угол α тупой, – отрицательна. При $\alpha = 90^\circ$ сила перпендикулярна перемещению точки и работа силы равна нулю.

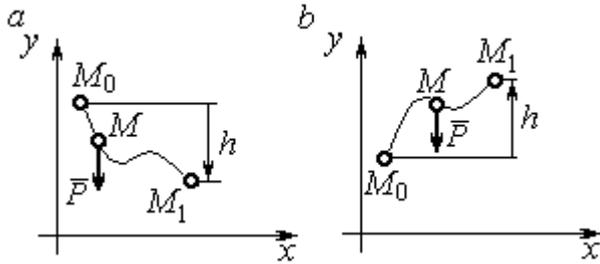


Рис. 4.14. Схема для вычисления работы силы тяжести:
 а – перемещение точки сверху вниз;
 б – перемещение точки снизу вверх

Работа силы тяжести материальной точки (вертикальной силы) при перемещении точки из положения M_0 в положение M_1 равна произведению модуля силы тяжести на вертикальное перемещение точки

$$A_{(M_0M_1)} = \pm Ph, \text{ где } P \text{ – величина си-}$$

лы тяжести точки; h – величина вертикального перемещения точки (рис. 4.14). Работа силы тяжести положительная, если начальная точка движения выше конечной, и отрицательная, – если ниже.

Работа силы упругости пружины на прямолинейном перемещении вдоль линии действия силы из положения недеформированной пружины на расстояние h определяется формулой $A(F_{\text{упр}}) = -\frac{ch^2}{2}$, где c – коэффициент жесткости (или просто жёсткость) пружины.

Кинетической энергией материальной точки называется скалярная величина $T = \frac{1}{2}mV^2$, где m – масса точки; V – её скорость. **Теорема об изменении кинетической энергии точки** заключается в том, что изменение кинетической энергии точки за конечный промежуток времени равно алгебраической сумме работ всех действующих на неё сил: $\frac{mV_1^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} = \sum A_{(M_0M_1)}$, где V_0 ,

V_1 – скорость точки в начальном положении M_0 и в положении M_1 ;
 $\sum A_{(M_0M_1)}$ – сумма работ всех сил, действующих на точку, при её перемещении из положения M_0 в положение M_1 .

При несвободном движении точки сумма работ сил включает работу реакций связи. Если движение происходит без трения по неподвижной гладкой поверхности, то реакция связи направлена по нормали к поверхности и её работа при любом перемещении точки равна нулю.

Для определения реакций связи при несвободном движении точки используются уравнения движения точки в проекциях на оси естественной системы координат – касательную и нормальную: $m \frac{dV}{dt} = \sum F_\tau$, $m \frac{V^2}{\rho} = \sum F_n$, где $\sum F_\tau$, $\sum F_n$ – суммы проекций сил на касательную и нормальную оси естественной системы координат; ρ – радиус кривизны траектории точки.

4.6. Задание Д3. Исследование движения точки с применением теоремы об изменении кинетической энергии

Тонкий стержень с надетым на него шариком массой m расположен в вертикальной плоскости и состоит из дуг окружностей радиусами r и $R = 2r$, соединённых прямолинейным отрезком EK , сопряжённым с дугами окружностей в точках E и K . В этих точках шарик переходит с одного участка стержня на другой, не изменяя величины и направления скорости. Длина отрезка $EK = a$.

В точке A , положение которой на дуге окружности определяется углом α , шариком сообщают начальную скорость V_0 . По дугам окружностей шарик скользит без трения, а при движении по прямолинейному отрезку EK на него действует постоянная сила трения с коэффициентом трения f . На участках с вертикальным отрезком EK считать, что шарик прижимается к стержню силой, равной половине веса шарика.

Достигнув на дуге окружности точки D , шарик упирается в недеформированную пружину жёсткостью c и, продолжая движение по сопряженной прямой, сжимает её. Положение точки D определяется углом φ .

Определить величину максимального сжатия пружины, если шарик проходит наивысшее положение траектории – точку B со скоростью $V_B = kV_0$. При найденном значении начальной скорости рассчитать давление шарика на стержень в точке C , положение которой на дуге определяется углом β .

Варианты заданий приведены на рис. 4.15, 4.16. Исходные данные задания в табл. 4.3.

Варианты № 1, 11, 21	Варианты № 2, 12, 22	Варианты № 3, 13, 23
Варианты № 4, 14, 24	Варианты № 5, 15, 25	Варианты № 6, 16, 26

Рис. 4.15. Задание Д3. Исследование движения точки с применением теоремы об изменении кинетической энергии.

Номера вариантов задания 1 – 6, 11 – 16, 21 – 26

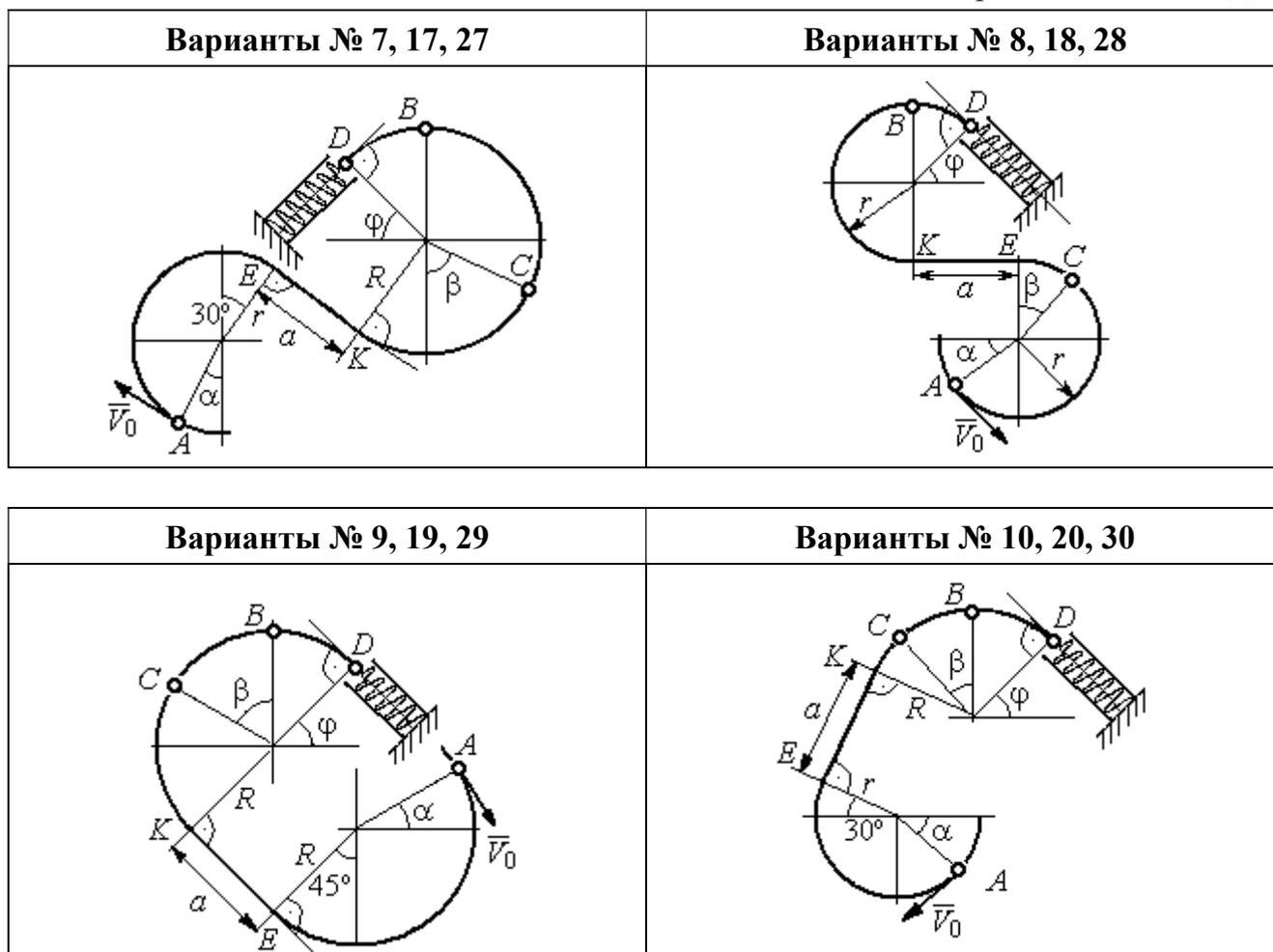


Рис. 4.16. Задание ДЗ. Исследование движения точки с применением теоремы об изменении кинетической энергии.

Номера вариантов задания 7 – 10, 17 – 20, 27 – 30

Таблица 4.3

Исходные данные задания ДЗ. Исследование движения точки с применением теоремы об изменении кинетической энергии

Номер варианта задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
m , кг	0,8	0,5	0,6	0,4	1,0	0,6	0,9	0,5	0,3	0,4	0,8	0,6	0,5	0,3	1,0
α , град	30	45	0	30	30	0	0	45	30	0	60	30	30	45	60
β , град	60	30	60	0	60	30	60	60	30	45	30	60	60	30	30
φ , град	0	60	30	0	0	30	45	0	30	45	30	30	0	30	45
r , м	0,4	0,4	0,5	0,3	0,6	0,5	0,3	0,6	0,4	0,5	0,3	0,5	0,4	0,5	0,8
a , м	0,5	0,6	0,9	1,4	0,8	1,2	0,5	0,5	1,4	0,5	0,8	0,5	0,8	0,6	0,6
f	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,5	0,3	0,4	0,3	0,4	0,5	0,3	0,4	0,3
k	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,4
c , Н/м	100	80	90	80	120	100	90	80	60	80	90	60	80	60	110

Номер варианта задания	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
m , кг	0,6	0,5	0,6	0,4	0,8	0,5	0,4	1,0	0,6	0,5	0,4	0,8	0,4	0,6	0,8
α , град	60	30	0	45	60	90	90	60	60	90	30	60	60	45	90
β , град	60	30	45	90	60	45	90	60	60	30	30	60	60	0	60
φ , град	45	60	60	60	30	90	0	90	45	60	60	90	30	60	0
r , м	0,6	0,4	0,8	0,5	0,6	0,6	0,6	0,4	0,6	0,8	0,4	0,4	0,8	0,6	0,4
a , м	0,4	1,2	0,9	1,2	1,2	0,9	0,6	1,5	1,4	0,8	1,2	0,9	0,6	0,8	0,5
f	0,3	0,4	0,4	0,5	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4
k	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3
c , Н/м	80	60	90	60	100	90	80	110	80	60	60	80	60	80	100

Пример выполнения задания Д3. Исследование движения точки с применением теоремы об изменении кинетической энергии

Тонкий стержень, расположенный в вертикальной плоскости, состоит из двух дуг окружностей, сопряженных в точках E и K с прямолинейным отрезком EK длиной $a = 0,6$ м (рис. 4.17). Радиусы окружностей $R = 1$ м и $r = 0,5$ м.

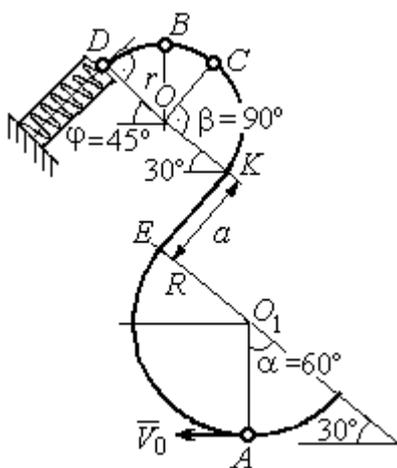


Рис. 4.17. Схема движения шарика

Диаметры дуг окружностей, проведённые в точках E и K , составляют с горизонтом угол 30° . На стержень надет шарик массой $m = 0,5$ кг. В точке A , положение которой на дуге радиуса R определяется углом $\alpha = 60^\circ$ (см. рис. 4.17), шарик у сообщают начальную скорость V_0 , после чего он начинает движение. По дугам окружностей шарик скользит без трения. При движении по прямой EK на него действует постоянная сила трения с коэффициентом трения $f = 0,2$. До-

стигнув точки D на верхней дуге, шарик упирается в пружину жесткостью $c = 100$ Н/м и, двигаясь по сопряжённой прямой без трения, сжимает её. Найти величину максимального сжатия пружины, если наивысшее положение на траектории (точку B) шарик проходит со скоростью $V_B = kV_0$ при $k = 0,3$. При

найденном значении начальной скорости рассчитать давление шарика на стержень в точке C , положение которой на дуге определяется углом $\beta = 90^\circ$.

Решение

Рассмотрим движение шарика по стержню из начального положения A в наивысшее положение – точку B .

При движении шарика по дугам окружностей работу совершает только сила тяжести. Реакция гладкой поверхности стержня в любой момент времени перпендикулярна поверхности стержня, и потому её работа при перемещении шарика равна нулю.

На участке движения шарика по прямой EK на него действуют сила тяжести \vec{P} , нормальная реакция опоры \vec{N}_{EK} и сила трения $\vec{F}_{тр}$ (рис. 4.18, b). Ра-

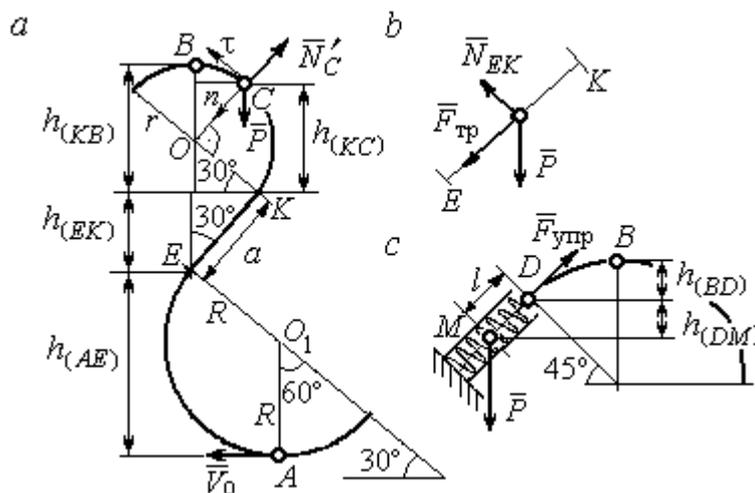


Рис. 4.18. Силы, действующие на шарик во время движения и перепады высот

боту совершают сила тяжести и сила трения. Работа реакции опоры стержня равна нулю.

Обозначим $h_{(AB)}$ – перепад высот точек A и B на траектории; V_A – начальная скорость шарика в точке A , $V_A = V_0$; V_B – его скорость в точке B , $V_B = 0,3 V_0$.

Для вычисления перепада высот точек A и B имеем выражение (рис. 4.18, a):

$$h_{(AB)} = h_{(AE)} + h_{(EK)} + h_{(KB)} = R(1 + \sin 30^\circ) + a \cos 30^\circ + r(1 + \sin 30^\circ).$$

Будем считать шарик материальной точкой. Применяя теорему об изменении кинетической энергии точки при движении шарика из положения A в

положение B , получим: $\frac{mV_B^2}{2} - \frac{mV_A^2}{2} = A(\vec{P}) + A(\vec{F}_{тр})$, где $A(\vec{P}) = -Ph_{(AB)}$,

$A(\vec{F}_{\text{тр}}) = -F_{\text{тр}}a$ – работы, соответственно, силы тяжести на участке движения AB и силы трения на отрезке EK . Сила трения равна $F_{\text{тр}} = f \cdot N_{EK} = f \cdot mg \cos 60^\circ$ (рис. 4.18, a, b).

В результате, теорема об изменении кинетической энергии точки при движении шарика из начального положения A в конечное положение B принимает вид: $\frac{m(0,3V_0)^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} = -mg[(R+r)(1 + \sin 30^\circ) + a(\cos 30^\circ + f \cdot \cos 60^\circ)]$.

После подстановки данных задачи, получим: $0,91V_0^2 = 55,517$, откуда находим необходимое значение начальной скорости шарика: $V_0 = 7,81$ м/с.

Найдём давление шарика на стержень в точке C .

Проведём в точке C оси естественной системы координат – касательную Ct и нормаль Cn (рис. 4.18, a). Уравнение движения шарика в точке C в проекции на нормальную ось имеет вид: $m \frac{V_C^2}{r} = P \cos 30^\circ - N'_C$, где V_C – скорость шарика в точке C , N'_C – реакция стержня, приложенная к шарика. Направление реакции на рис. 4.18, a соответствует предположению, что шарик давит на стержень в направлении центра дуги окружности.

Для определения скорости шарика в точке C воспользуемся тем, что скорость шарика в точке B уже известна, и применим теорему об изменении кинетической энергии при движении шарика из начального положения C в конечное положение B . На этом участке движения работу совершает только сила тяжести шарика. Получим $\frac{mV_B^2}{2} - \frac{mV_C^2}{2} = -Ph_{(CB)}$, где V_C, V_B – значения скорости шарика в точках C и B ; $h_{(CB)}$ – перепад высот точек C и B ;

$h_{(CB)} = r(1 - \sin 30^\circ) = 0,5r$ (см. рис. 4.18, a). В результате теорема об изменении кинетической энергии принимает вид: $mV_C^2 = mV_B^2 + 2mgh_{(CB)}$ или $V_C^2 = V_B^2 + gr$. Отсюда, при условии $V_B = 0,3V_0 = 2,34$ м/с, найдём $V_C = 3,22$ м/с.

Реакция опоры шарика: $N'_C = P \cos 30^\circ - m \frac{V_C^2}{r} = -6,12 \text{ Н}$.

Отрицательное значение реакции опоры шарика означает, что вектор реакции \vec{N}'_C в точке C (см. рис. 4.18, *a*) направлен в противоположную сторону. Давление шарика на стержень в точке C равно модулю реакции опоры.

Найдём величину максимального сжатия пружины.

Рассмотрим движение шарика на участке от точки B до положения максимально сжатой пружины – точки M . Движение на этом участке происходит по дуге окружности BD и по прямой DM . При этом сила тяжести совершает работу на всём участке движения, а сила упругости – на отрезке сжатия пружины. Обозначим величину максимального сжатия пружины $MD = l$.

По теореме об изменении кинетической энергии точки при движении шарика из положения B в M получим: $\frac{mV_M^2}{2} - \frac{mV_B^2}{2} = A(\vec{P}) + A(\vec{F}_{\text{упр}})$, где V_M , V_B – скорость шарика в точках M и B . Работа силы тяжести $A(\vec{P}) = Ph_{(BM)} = P[h_{(BD)} + h_{(DM)}] = mg[r(1 - \cos 45^\circ) + l \cos 45^\circ]$. Работа силы упругости на прямолинейном участке DM длиной l : $A(\vec{F}_{\text{упр}}) = -\frac{cl^2}{2}$. Условие максимального сжатия пружины означает, что в точке M скорость шарика обращается в нуль: $V_M = 0$, тогда теорема об изменении кинетической энергии точки принимает вид: $-\frac{mV_B^2}{2} = mg[r(1 - \cos 45^\circ) + l \cos 45^\circ] - \frac{cl^2}{2}$. Подставляя данные задачи и с учётом того, что скорость шарика в наивысшей точке B найдена из предыдущих рассуждений $V_B = 2,34 \text{ м/с}$, получим квадратное уравнение для определения величины максимального сжатия пружины $50l^2 - 3,468l - 2,085 = 0$. В качестве ответа принимается положительный корень уравнения $l = 0,24 \text{ м}$.

5. ДИНАМИКА МЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

5.1. Описание движений твёрдых тел на основе общих теорем динамики системы

Поступательное движение твёрдого тела описывается теоремой о движении центра масс механической системы. В проекциях на координатные оси дифференциальные уравнения поступательного движения твёрдого тела имеют вид: $m\ddot{x}_C = \sum F_{kx}^e$, $m\ddot{y}_C = \sum F_{ky}^e$, $m\ddot{z}_C = \sum F_{kz}^e$, где m – масса тела; x_C, y_C, z_C – координаты центра масс тела; $F_{kx}^e, F_{ky}^e, F_{kz}^e$ – проекции на оси координат внешних сил, действующих на твёрдое тело.

Вращательное движение твёрдого тела относительно неподвижной оси z описывается теоремой об изменении кинетического момента.

Дифференциальное уравнение вращательного движения тела имеет вид:

$$J_z \frac{d\omega}{dt} = \sum M_z(\vec{F}_k^e) \quad \text{или} \quad J_z \ddot{\varphi} = \sum M_z(\vec{F}_k^e),$$

где ω – угловая скорость тела; $\omega = \dot{\varphi}$; φ – угол поворота тела; $\sum M_z(\vec{F}_k^e)$ – моменты внешних сил относительно оси z ; J_z – момент инерции тела относительно оси z .

Уравнение вращательного движения можно представить в алгебраической форме: $J_z \varepsilon = \sum M_z(\vec{F}_k^e)$, где ε – угловое ускорение тела; $\varepsilon = \dot{\omega}$.

Плоскопараллельное движение твёрдого тела описывается на основании теорем о движении центра масс и изменении кинетического момента относительно оси, проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости движения. В проекции на координатные оси уравнения плоскопараллельного движения тела имеют вид:

$$ma_{Cx} = \sum F_{kx}^e, \quad ma_{Cy} = \sum F_{ky}^e, \quad J_{zC} \varepsilon = \sum M_{zC}(\vec{F}_k^e),$$

где a_{Cx}, a_{Cy} – проекции ускорения центра масс тела на координатные оси; $F_{kx}^e,$

F_{ky}^e – проекции на оси координат внешних сил, действующих на тело; J_{zC} – момент инерции тела относительно оси z , проходящей через центр масс, перпендикулярно плоскости движения; ε – угловое ускорение тела; $M_{zC}(\vec{F}_k^e)$ – моменты внешних сил относительно оси, проходящей через центр масс.

Проводя динамический расчет механической системы, следует рассматривать движение тел системы в отдельности, предварительно освободив их от связей и заменив действие связей реакциями. Далее на основании общих теорем динамики системы следует составить уравнения движения каждого тела.

5.2. Задание Д4. Динамический расчет механической системы

Механизм состоит из трёх тел – груза 1, катка 2 и блока 3, соединённых нерастяжимыми нитями или невесомыми стержнями.

Движение механизма происходит в вертикальной плоскости под действием сил тяжести $\vec{P}_1, \vec{P}_2, \vec{P}_3$, силы \vec{F} и пары сил с моментом M . Направление действия силы \vec{F} определяется углом α . Качение катка 2 происходит без скольжения. Проскальзывание между дисками и соединяющими их невесомыми стержнями или нитями отсутствует.

Радиусы ступеней катка 2 и блока 3 на схемах обозначены R_2, r_2 и R_3, r_3 .

Сплошные диски считать однородными. Радиусы инерции неоднородных (ступенчатых) дисков относительно осей, проходящих через центры масс перпендикулярно плоскости движения, равны i_{z2}, i_{z3} .

Найти ускорение груза 1 и динамические реакции, действующие на ось блока 3.

Варианты заданий представлены на рис. 5.1, 5.2. Исходные данные приведены в табл. 5.1.

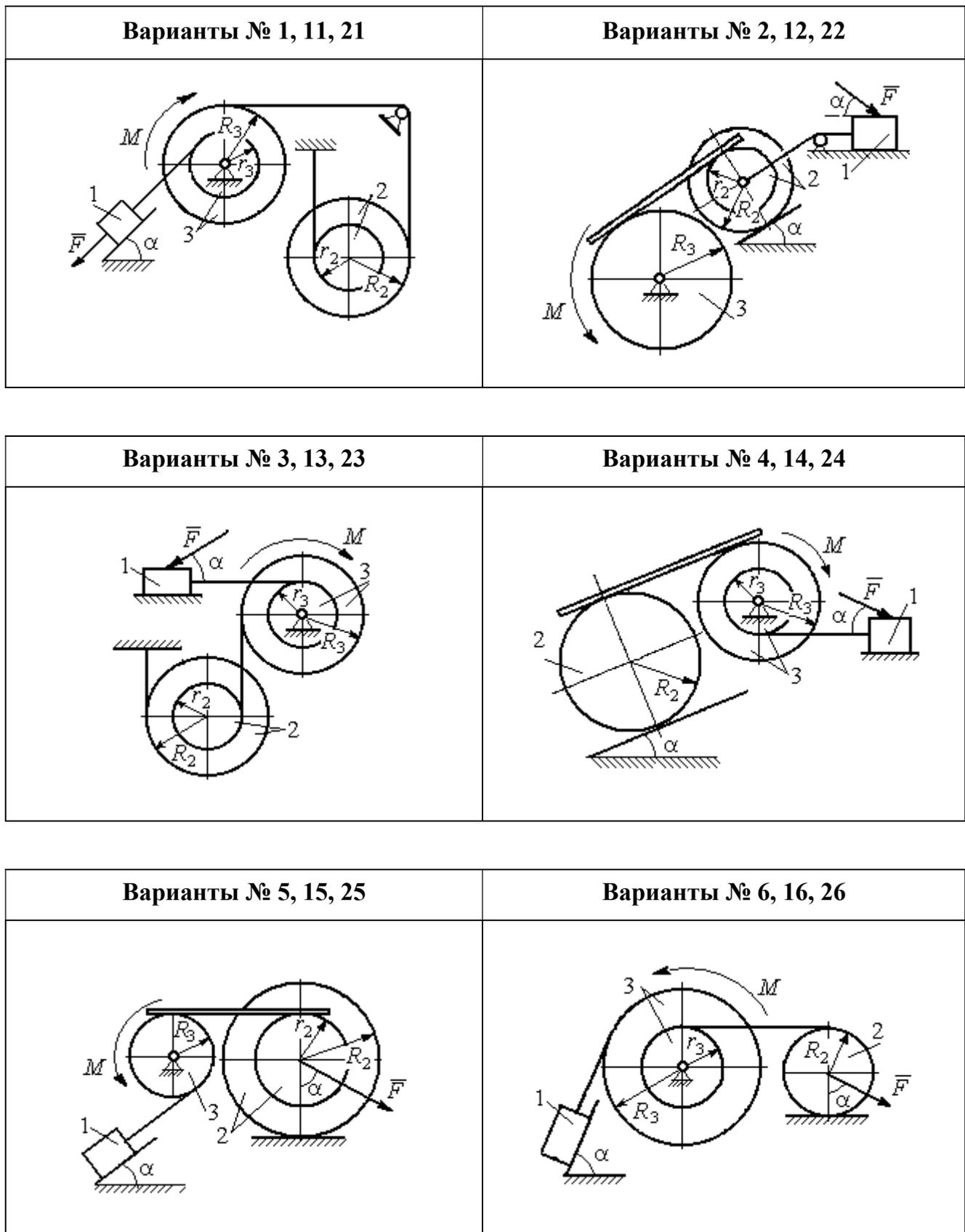


Рис. 5.1. Задание Д4. Динамический расчёт механической системы.
 Номера вариантов задания 1 – 6, 11 – 16, 21 – 26

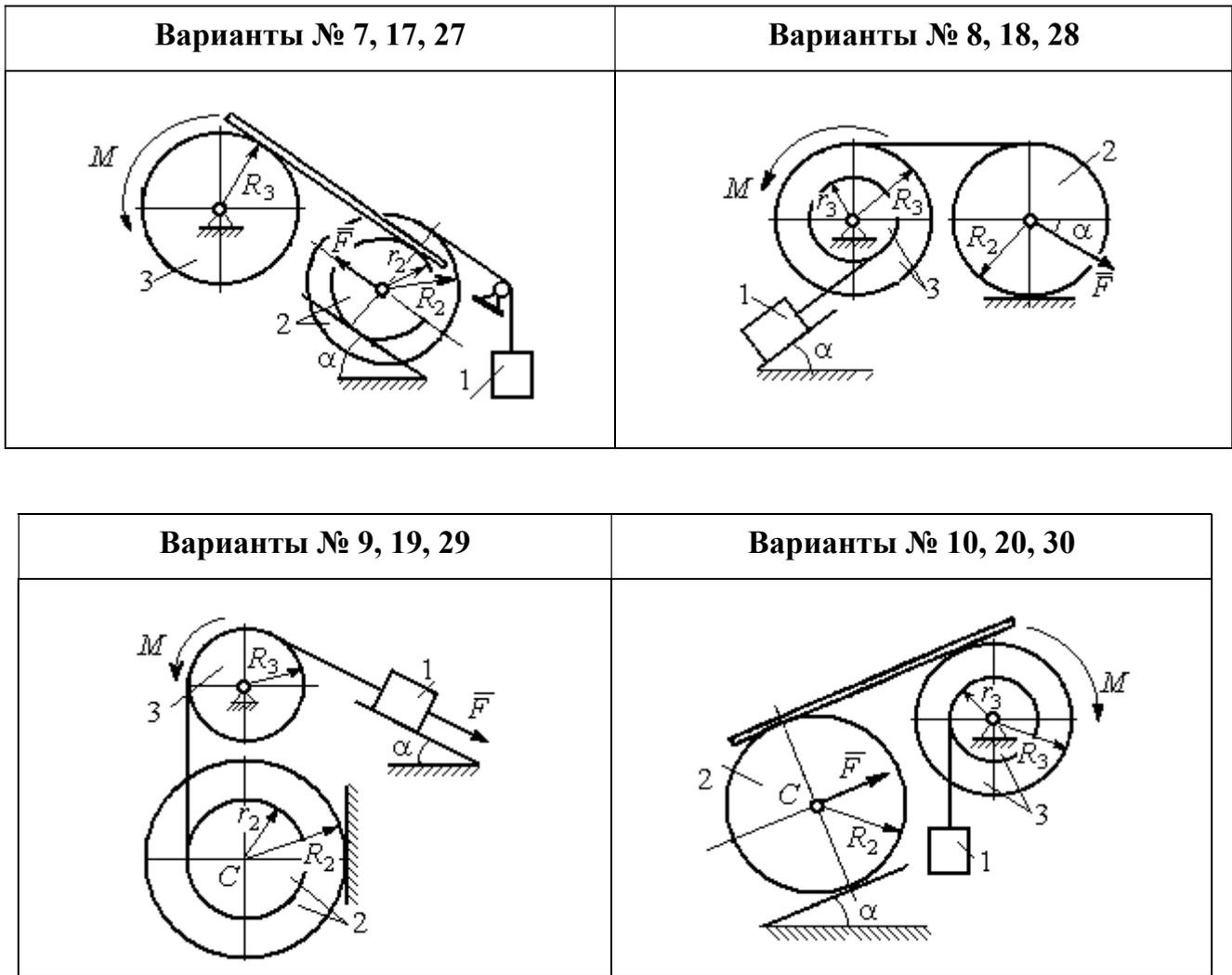


Рис. 5.2. Задание Д4. Динамический расчёт механической системы.
 Номера вариантов задания 7 – 10, 17 – 20, 27 – 30

Таблица 5.1

Исходные данные задания Д4. Динамический расчёт механической системы

Номер варианта задания	$P_1, \text{Н}$	$P_2, \text{Н}$	$P_3, \text{Н}$	$F, \text{Н}$	$M, \text{Н}\cdot\text{м}$	$\alpha, \text{град}$	$R_2, \text{м}$	$r_2, \text{м}$	$R_3, \text{м}$	$r_3, \text{м}$	$i_{z_2}, \text{м}$	$i_{z_3}, \text{м}$
1	P	P	$2P$	P	$2Pr$	60	$3r$	r	$2r$	r	$2r$	$r\sqrt{2}$
2	$3P$	P	$3P$	$3P$	Pr	30	$2r$	r	$2r$	–	$2r$	–
3	$4P$	$3P$	$4P$	$2P$	$2Pr$	60	$2r$	r	$2r$	r	$2r$	$2r$
4	$2P$	$2P$	$4P$	P	$4Pr$	45	$3r$	–	$3r$	r	–	$r\sqrt{2}$
5	P	$3P$	$3P$	$2P$	$3Pr$	30	$3r$	r	r	–	$2r$	–
6	P	$2P$	$4P$	$4P$	$6Pr$	60	$3r$	–	$3r$	r	–	$r\sqrt{2}$
7	P	$2P$	$3P$	$2P$	$3Pr$	45	$3r$	r	r	–	$r\sqrt{3}$	–

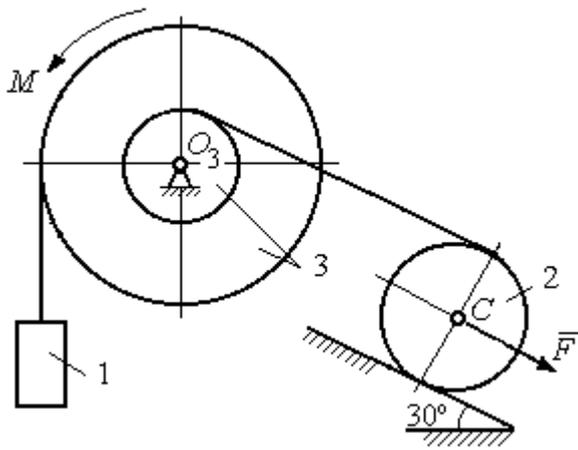
Номер варианта задания	$P_1, Н$	$P_2, Н$	$P_3, Н$	$F, Н$	$M, Н·м$	$\alpha, град$	$R_2, м$	$r_2, м$	$R_3, м$	$r_3, м$	$i_{z_2}, м$	$i_{z_3}, м$
8	$2P$	$3P$	$3P$	P	$3Pr$	30	$2r$	–	$2r$	r	–	$r\sqrt{3}$
9	$3P$	P	$3P$	P	$2Pr$	30	$2r$	r	$2r$	–	$r\sqrt{2}$	–
10	P	P	$3P$	P	$2Pr$	60	$3r$	–	$3r$	r	–	$r\sqrt{3}$
11	P	P	$3P$	$2P$	$3Pr$	30	$3r$	$2r$	$2r$	r	$r\sqrt{2}$	$r\sqrt{2}$
12	$2P$	P	$2P$	$4P$	Pr	60	$3r$	r	$3r$	–	$r\sqrt{3}$	–
13	$3P$	P	$3P$	$3P$	$2Pr$	30	$3r$	$2r$	$2r$	r	$2r$	$r\sqrt{2}$
14	$2P$	P	$3P$	$2P$	$4Pr$	60	$2r$	–	$3r$	$2r$	–	$2r$
15	P	$2P$	$4P$	P	$4Pr$	45	$3r$	$2r$	$2r$	–	$r\sqrt{3}$	–
16	P	$3P$	$4P$	$2P$	$3Pr$	30	$2r$	–	$2r$	r	–	$r\sqrt{2}$
17	P	P	$3P$	$2P$	$6Pr$	60	$3r$	r	$3r$	–	$r\sqrt{3}$	
18	$2P$	$2P$	$3P$	P	$3Pr$	60	$2r$	–	$3r$	r	–	$r\sqrt{2}$
19	$2P$	P	$2P$	$3P$	$4Pr$	30	$3r$	r	$3r$	–	$2r$	–
20	P	P	$3P$	P	$2Pr$	45	$2r$	–	$2r$	r	–	$r\sqrt{3}$
21	$2P$	P	$4P$	$2P$	$4Pr$	60	$2r$	r	$3r$	r	$r\sqrt{2}$	$2r$
22	P	P	$2P$	$5P$	$2Pr$	45	$3r$	$2r$	$2r$	–	$2r$	–
23	$2P$	$2P$	$3P$	$3P$	$2Pr$	60	$3r$	r	$2r$	r	$2r$	$r\sqrt{2}$
24	$4P$	P	$3P$	P	$3Pr$	30	$2r$	–	$3r$	r	–	$r\sqrt{3}$
25	P	$3P$	$2P$	P	$2Pr$	60	$3r$	r	r	–	$r\sqrt{3}$	–
26	P	$3P$	$4P$	$3P$	$3Pr$	45	$2r$	–	$3r$	$2r$	–	$r\sqrt{3}$
27	P	P	$4P$	$2P$	$4Pr$	30	$2r$	r	$2r$	–	$r\sqrt{3}$	
28	$2P$	$3P$	$3P$	P	$6Pr$	30	$2r$	–	$3r$	$2r$	–	$r\sqrt{2}$
29	$2P$	P	$2P$	$2P$	$2Pr$	45	$2r$	r	r	–	$2r$	–
30	P	P	$4P$	P	$4Pr$	60	$3r$	–	$3r$	$2r$	–	$2r$

Пример выполнения задания Д4. Динамический расчёт механической системы

Механизм (рис. 5.3) состоит из груза 1, однородного диска – катка 2 и неоднородного диска – блока 3, соединённых друг с другом нерастяжимыми нитями. Система движется в вертикальной плоскости из состояния покоя.

Движение происходит под действием сил тяжести $\vec{P}_1, \vec{P}_2, \vec{P}_3$, равных по модулю: $P_1 = 2P, P_2 = 2P, P_3 = 3P$, силы \vec{F} , приложенной в центре масс катка 2, равной по величине: $F = 3P$, и пары сил с моментом $M = Pr$,

приложенных к блоку 3. Механизм является неизменяемой механической си-



стемой. Радиус катка 2 $R_2 = 2r$. Каче-
ние катка по наклонной плоскости
происходит без проскальзывания. Ра-
диусы ступенчатого блока 3: $R_3 = 3r$,
 $r_3 = r$. Радиус инерции блока 3
 $i_3 = r\sqrt{3}$.

Применяя метод динамического
расчета механической системы найти

ускорение груза 1 и динамические реакции, действующие на ось вращающего-
ся блока 3.

Решение

Освобождаем систему от связей. На рис. 5.4 изображены внешние силы,
действующие на каждое тело, после освобождения его от связей.

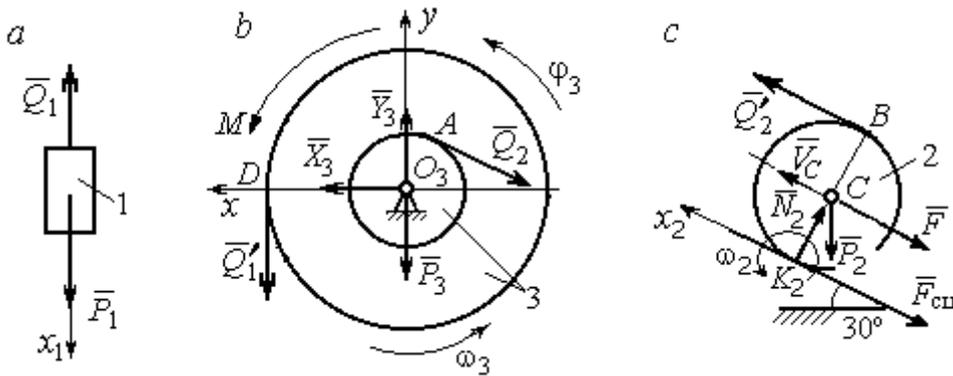


Рис. 5.4. Расчетные схемы для описания движения тел, входящих в систему:
а – поступательное движение груза 1; б – вращательное движение блока 3;
с – плоское движение катка 2

Груз 1 совершает поступательное движение. К нему приложены сила тя-
жести \vec{P}_1 и реакция нити \vec{Q}_1 (рис. 5.4, а). Предположим, груз 1 движется вниз, и
направим ось x_1 в сторону движения груза.

Уравнение движения груза в проекции на ось x_1 в соответствии с теоре-
мой о движении центра масс механической системы имеет вид:

$$m_1 a_1 = \sum F_{kx} = P_1 - Q_1 = 2P - Q_1,$$

где m_1 , a_1 – соответственно, масса груза 1 и его ускорение, $m_1 = \frac{P_1}{g} = \frac{2P}{g}$.

Блок 3 вращается вокруг неподвижной оси z , проходящей через его центр масс O_3 , перпендикулярно плоскости диска. Направление вращения блока, соответствующее выбранному движению вниз груза 1, показано на рис. 5.4, *b* дуговой стрелкой ω_3 .

На блок действуют сила тяжести \vec{P}_3 , силы реакции подшипника \vec{X}_3 , \vec{Y}_3 , момент M и реакции нитей \vec{Q}'_1 и \vec{Q}_2 (см. рис. 5.4, *b*). При составлении уравнения вращательного движения блока 3 моменты сил считаем положительными, если они поворачивают блок в сторону его вращения.

Уравнение вращения блока 3 имеет вид:

$$J_{zO_3} \varepsilon_3 = \sum M_{zO_3} (F_k) = Q'_1 R_3 + M - Q_2 r_3 = Q_1 3r + Pr - Q_2 r,$$

где J_{zO_3} – момент инерции блока 3 относительно оси z ; ε_3 – угловое ускорение

диска 3, $J_{zO_3} = m_3 i_3^2 = \frac{P_3}{g} (r\sqrt{3})^2 = \frac{9Pr^2}{g}$.

Каток 2 совершает плоскопараллельное движение. К нему приложены сила тяжести \vec{P}_2 , сила \vec{F} , реакция нити \vec{Q}'_2 и реакция наклонной плоскости, состоящая из нормальной реакции опоры \vec{N}_2 и силы сцепления катка с поверхностью $\vec{F}_{\text{сц}}$. Согласно принципу равенства действия и противодействия, модули сил \vec{Q}_2 и \vec{Q}'_2 равны. На рис. 5.4, *c* показаны направления действия сил, приложенных к диску 2. В соответствии с направлением движения груза 1, центр масс катка 2 движется вверх параллельно наклонной плоскости. Направление движения центра масс катка 2 показано направлением оси x_2 . Направление вращения катка 2 показано дуговой стрелкой угловой скорости ω_2 (см. рис 5.4, *c*).

Плоскопараллельное движение катка 2 описывается уравнением движения его центра масс и уравнением вращения вокруг оси, проходящей через

центр масс, перпендикулярно плоскости диска. Составляя уравнение движения, получим:

$$m_2 a_C = Q'_2 - F - F_{\text{сц}} - P_2 \cos 60^\circ = Q_2 - 3P - F_{\text{сц}} - P,$$

$$J_C \varepsilon_2 = Q'_2 R_2 + F_{\text{сц}} R_2 = Q_2 2r + F_{\text{сц}} 2r,$$

где m_2 – масса катка 2, $m_2 = \frac{P_2}{g} = \frac{2P}{g}$; a_C , ε_2 – ускорение центра масс и угловое

ускорение катка 2; J_C – момент инерции однородного катка 2 относительно оси, проходящей через центр масс, перпендикулярно плоскости диска,

$J_C = \frac{m_2 R_2^2}{2} = \frac{PR_2^2}{g} = \frac{4Pr^2}{g}$. В уравнении вращательного движения диска мо-

мент силы считается положительным, если создаваемый им поворот направлен в сторону вращения диска,

К системе четырех уравнений, описывающих движения тел в системе, необходимо добавить уравнения связей. Если предположить, что скорость центра масс катка 2 равна V_C , то угловая скорость катка определится по формуле:

$\omega_2 = \frac{V_C}{CK_2} = \frac{V_C}{R_2}$, где CK_2 – расстояние от центра масс катка 2 до его мгновен-

ного центра скоростей (см. рис. 5.4, с). Продифференцировав по времени последнее равенство, получим уравнение связи между ускорением центра масс

катка 2 и его угловым ускорением: $\varepsilon_2 = \dot{\omega}_2 = \frac{\dot{V}_C}{R_2} = \frac{a_C}{R_2} = \frac{a_C}{2r}$.

Скорость точки B катка 2 (см. рис. 5.4, с) $V_B = \omega_2 \cdot BK_2 = \frac{V_C}{R_2} 2R_2 = 2V_C$.

Точка B катка 2 и точка A блока 3 соединены нитью (см. рис. 5.3), поэтому их скорости равны. Приравняв скорости точек A и B , получим равенство:

$2V_C = V_B = V_A = \omega_3 r_3 = \omega_3 r$, откуда $\omega_3 = \frac{2V_C}{r}$. После дифференцирования по-

следнего выражения найдём соотношение между ускорениями: $\varepsilon_3 = \frac{2a_C}{r}$.

Скорость груза 1 связана со скоростью центра масс диска 2 следующим образом: $V_1 = V_D = \omega_3 R_3 = \frac{2V_C}{r} 3r = 6V_C$. Тогда $a_1 = 6a_C$.

В результате получены четыре уравнения, описывающие движение тел в системе:

$$\frac{2P}{g} a_1 = 2P - Q_1, \quad \frac{9Pr^2}{g} \varepsilon_3 = Q_1 3r + Pr - Q_2 r;$$

$$\frac{2P}{g} a_C = Q_2 - 3P - F_{\text{сц}} - P, \quad \frac{4Pr^2}{g} \varepsilon_2 = Q_2 2r + F_{\text{сц}} 2r$$

и три уравнения связей: $\varepsilon_2 = \frac{a_C}{2r}$, $\varepsilon_3 = \frac{2a_C}{r}$, $a_1 = 6a_C$.

После подстановки уравнений связи в уравнения движения тел получим систему четырёх уравнений с четырьмя неизвестными:

$$\frac{12P}{g} a_C = 2P - Q_1, \quad \frac{18P}{g} a_C = 3Q_1 + P - Q_2,$$

$$\frac{2P}{g} a_C = Q_2 - 4P - F_{\text{сц}}, \quad \frac{P}{g} a_C = Q_2 + F_{\text{сц}},$$

которая может быть решена любым известным из курса математики способом.

Например, исключив из первых двух уравнений величину Q_1 , а из третьего и четвёртого уравнений – величину $F_{\text{сц}}$, получим систему двух уравнений с двумя неизвестными:

$$\frac{54P}{g} a_C = 7P - Q_2, \quad \frac{3P}{g} a_C = 2Q_2 - 4P,$$

откуда $a_C = \frac{10}{111} g$, $Q_2 = \frac{79}{37} P$. Величину натяжения нити Q_1 находим из перво-

го уравнения исходной системы: $Q_1 = \frac{34}{37} P$.

Для вычисления динамической реакции R_3 оси блока 3 заметим, что центр масс блока 3 неподвижен и его ускорение равно нулю, $\vec{a}_{O_3} = 0$. Тогда уравнения движения центра масс блока 3 в проекциях на оси x, y имеют вид :

$$m_3 a_{O_3x} = X_3 - Q_2 \cos 30^\circ = 0, \quad m_3 a_{O_3y} = Y_3 - Q_1 - P_3 - Q_2 \cos 60^\circ = 0,$$

где X_3, Y_3 , – проекции реакции R_3 оси вращающегося блока 3 на оси x, y (см. рис. 5.4, *b*). Отсюда, с учетом значений $Q_1 = 0,919P$ и $Q_2 = 2,135P$, проекции динамической реакции оси блока 3: $X_3 = Q_2 \cos 30^\circ = 1,85P$, $Y_3 = Q_1 + P_3 + Q_2 \cos 60^\circ = 4,98P$. Полная величина динамической реакции оси блока 3: $R_3 = \sqrt{X_3^2 + Y_3^2} = 5,31P$.

5.3. Теорема об изменении кинетической энергии системы

Кинетическая энергия тела при поступательном движении:

$$T = \frac{1}{2} m V_C^2, \text{ где } m \text{ – масса тела; } V_C \text{ – скорость центра масс тела.}$$

Кинетическая энергия тела при вращательном движении вокруг неподвижной оси z :

$$T = \frac{1}{2} J_z \omega^2, \text{ где } J_z \text{ – момент инерции тела относительно оси } z; \quad \omega \text{ – угловая}$$

скорость тела. Для дисков с равномерно распределённой массой момент инер-

ции относительно оси z , проходящей через центр масс: $J_z = \frac{1}{2} m R^2$, где R – ра-

диус диска. Для тел с неравномерно распределённой массой $J_z = m i_z^2$, где i_z –

радиус инерции. **Кинетическая энергия тела при плоскопараллельном**

движении: $T = \frac{1}{2} m V_C^2 + \frac{1}{2} J_{zC} \omega^2$, где m – масса тела; V_C, ω – скорость центра

масс и угловая скорость тела; J_{zC} – момент инерции тела относительно оси z ,

проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости движения.

Работа постоянной по модулю и направлению силы \vec{F} на конечном прямолинейном перемещении S точки приложения силы: $A(F) = F S \cos \alpha$, где α – угол между вектором силы и перемещением. Если угол α острый, работа

положительна. Если тупой – отрицательна. При $\alpha = 90^\circ$ сила перпендикулярна перемещению точки и работа силы равна нулю.

Работа пары сил с постоянным моментом M при повороте тела на конечный угол φ : $A = \pm M\varphi$, где φ – угол поворота тела. Работа считается положительной, если пара сил стремится повернуть тело в направлении его вращения, и отрицательной – в противном случае.

Мощностью силы \vec{F} называют величину $N(F)$, равную скалярному произведению силы на скорость точки её приложения: $N(F) = \vec{F} \cdot \vec{V} = F \cdot V \cos\alpha$, где V – скорость точки приложения силы; α – угол между вектором силы и вектором скорости точки приложения силы.

При плоском движении тела мощность силы выражается суммой скалярных произведений векторов: $N = \vec{F} \cdot \vec{V}_O + \vec{M}_O(\vec{F}) \cdot \vec{\omega} = F \cdot V_O \cos\alpha \pm Fh_O\omega$, где \vec{V}_O – вектор скорости точки, выбранной полюсом; $\vec{\omega}$ – вектор угловой скорости тела; \vec{M}_O – вектор момента силы \vec{F} относительно полюса; h_O – плечо силы \vec{F} относительно полюса O .

Теорема об изменении кинетической энергии системы в дифференциальной форме. Производная по времени от кинетической энергии системы равна сумме мощностей внешних и внутренних сил $\frac{dT}{dt} = \sum N(\vec{F}_k^e) + \sum N(\vec{F}_k^i)$, где T – кинетическая энергия системы; $\sum N(\vec{F}_k^e)$, $\sum N(\vec{F}_k^i)$ – сумма мощностей, соответственно, внешних и внутренних сил.

Теорема об изменении кинетической энергии системы на конечном перемещении. Изменение кинетической энергии системы на её конечном перемещении равно сумме работ внешних и внутренних сил, действующих на систему $T - T_0 = \sum A(\vec{F}_k^e) + \sum A(\vec{F}_k^i)$, где T , T_0 – кинетическая энергия системы, соответственно, в текущем и начальном состояниях; $\sum A(\vec{F}_k^e)$, $\sum A(\vec{F}_k^i)$ – сум-

ма работ внешних и внутренних сил при перемещении системы из начального состояния в текущее.

Механические системы, состоящие из абсолютно твердых тел, соединенных гибкими нерастяжимыми нитями, называются **неизменяемыми**. В неизменяемых системах сумма работ внутренних сил и, следовательно, сумма мощностей этих сил равны нулю. Поэтому для таких систем в теореме об изменении кинетической энергии достаточно учитывать только внешние силы.

5.4. Задание Д5. Исследование движения механической системы с применением теоремы об изменении кинетической энергии

Неизменяемая механическая система состоит из ступенчатого и однородного дисков, соединённых нерастяжимой нитью или невесомым стержнем. Нити и стержни, соединяющие диски, параллельны плоскостям качения дисков. Качение дисков без скольжения. Скольжение между невесомым стержнем и дисками отсутствует.

Вес дисков P_1 и P_2 . Система движется в вертикальной плоскости под действием сил тяжести \vec{P}_1, \vec{P}_2 , сил \vec{F}_1, \vec{F}_2 и пары сил с моментом M . Направления действия сил \vec{F}_1, \vec{F}_2 и наклон плоскости (если он есть) определяются углами α или β , показанными на схемах механизмов.

Радиус однородного диска r . Радиусы ступеней ступенчатого диска R и r . Радиус инерции ступенчатого диска относительно оси, проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости движения, равен i_z .

1. Найти ускорение центра масс диска 2.
2. Найти реакцию опоры диска 2 на плоскость (её нормальную составляющую и силу сцепления диска с плоскостью).

Варианты задания приведены на рис. 5.5, 5.6, исходные данные представлены в табл. 5.2.

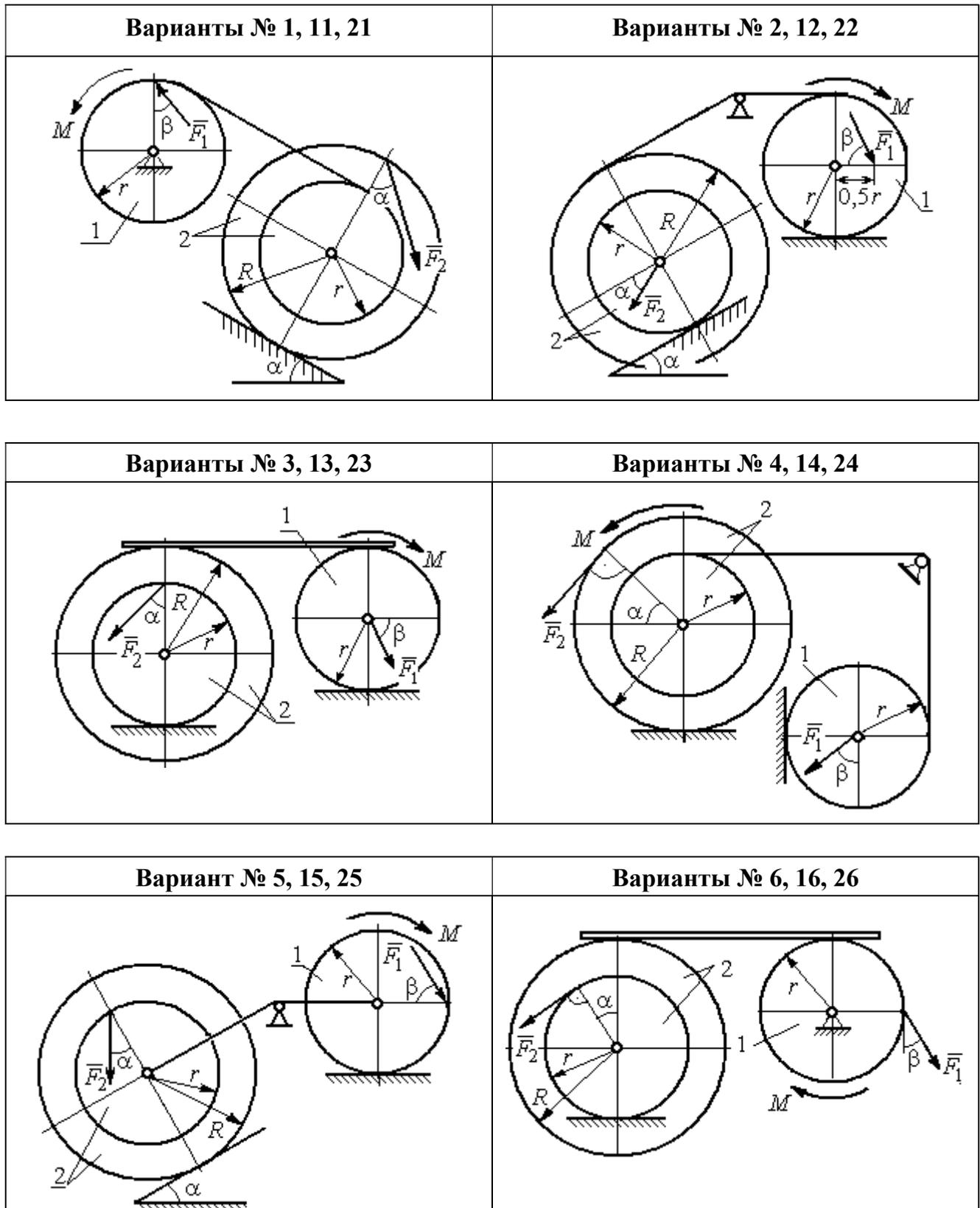


Рис. 5.5. Задание Д5. Исследование движения механической системы с применением теоремы об изменении кинетической энергии.

Варианты задания 1 – 6, 11 – 16, 21 – 26

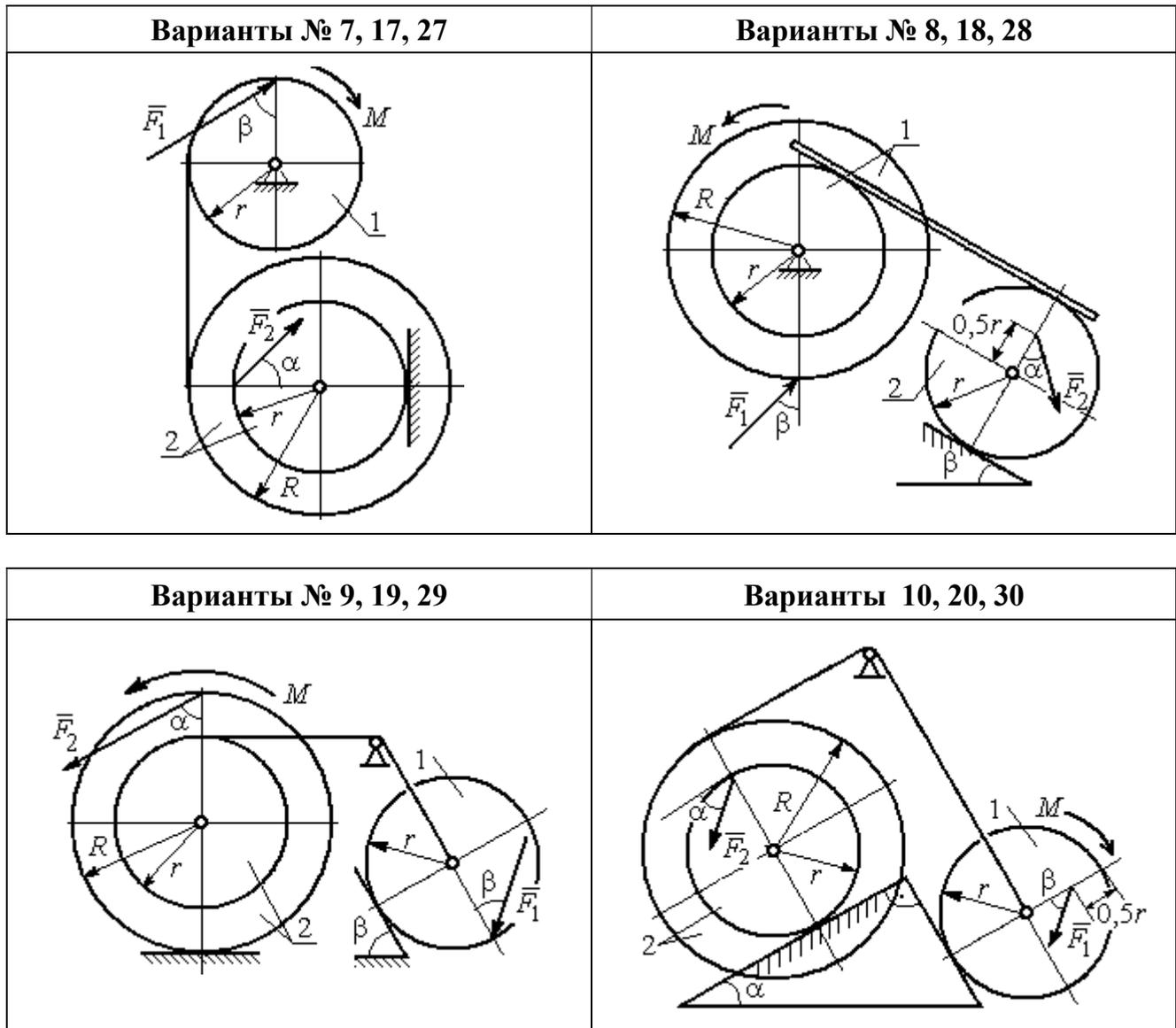


Рис. 5.6. Задание Д5. Исследование движения механической системы с применением теоремы об изменении кинетической энергии. Варианты задания 7 – 10, 17 – 20, 27 – 30

Таблица 5.2

Исходные данные задания Д5. Исследование движения механической системы с применением теоремы об изменении кинетической энергии

Номер варианта задания	$P_1, \text{Н}$	$P_2, \text{Н}$	$F_1, \text{Н}$	$F_2, \text{Н}$	$M, \text{Н}\cdot\text{м}$	$\alpha, \text{град}$	$\beta, \text{град}$	$R, \text{м}$	$r, \text{м}$	$i_z, \text{м}$
1	10	20	15	20	25	30	60	0,4	0,3	0,3
2	20	30	10	20	20	60	30	0,6	0,3	0,4
3	10	15	12	20	25	60	60	1,2	0,6	0,8
4	12	25	20	25	35	30	30	1,5	0,5	1,2

Номер варианта задания	P_1 , Н	P_2 , Н	F_1 , Н	F_2 , Н	M , Н·м	α , град	β , град	R , м	r , м	i_z , м
5	15	20	10	20	30	60	30	0,8	0,4	0,7
6	18	20	18	22	22	45	60	1,2	0,4	0,9
7	15	25	10	8	20	45	45	0,9	0,6	0,7
8	25	22	10	12	30	45	60	1,0	0,8	0,9
9	12	25	18	10	32	30	30	0,8	0,6	0,7
10	10	15	8	10	28	60	30	1,4	0,7	1,2
11	15	22	20	25	30	60	45	0,6	0,4	0,5
12	20	25	15	40	30	30	60	0,8	0,4	0,6
13	10	20	10	25	30	45	30	1,0	0,5	0,9
14	12	15	18	15	25	30	30	0,9	0,3	0,8
15	20	25	20	20	30	45	60	1,0	0,5	0,8
16	10	15	10	15	16	60	45	1,2	0,4	1,1
17	18	25	12	10	30	30	30	1,5	0,9	1,3
18	25	20	10	15	20	60	60	0,8	0,5	0,7
19	12	25	10	10	32	60	60	1,2	0,9	1,1
20	15	20	8	20	25	30	45	0,8	0,4	0,7
21	10	25	25	15	30	45	30	0,7	0,5	0,6
22	18	20	20	20	35	60	45	1,4	0,7	0,9
23	10	15	10	30	30	30	30	1,4	0,7	0,8
24	10	15	12	20	20	30	30	1,2	0,4	0,8
25	12	18	20	18	30	60	30	1,2	0,6	1,1
26	10	12	12	15	15	30	30	0,9	0,3	0,8
27	15	22	10	12	20	45	60	0,8	0,6	0,7
28	22	20	8	16	8	30	45	0,6	0,2	0,4
29	18	25	10	8	32	60	60	1,2	0,8	1,1
30	20	25	8	20	28	30	30	0,8	0,4	0,6

Пример выполнения задания Д5. Исследование движения механической системы с применением теоремы об изменении кинетической энергии

Механическая система состоит из ступенчатого и однородного дисков, соединённых невесомым стержнем (рис. 5.7). Система движется в вертикальной плоскости под действием сил тяжести, сил \vec{F}_1 , \vec{F}_2 и пары сил с моментом M . Направления действия сил \vec{F}_1 , \vec{F}_2 определяются углами α и β .

Диск 1 вращается вокруг неподвижной оси O_1 . Диск 2 катится прямолинейно по горизонтальной поверхности. Качение диска 2 без проскальзывания.

Невесомый стержень, соединяющий диски, расположен горизонтально. Скольжение между стержнем и дисками отсутствует.

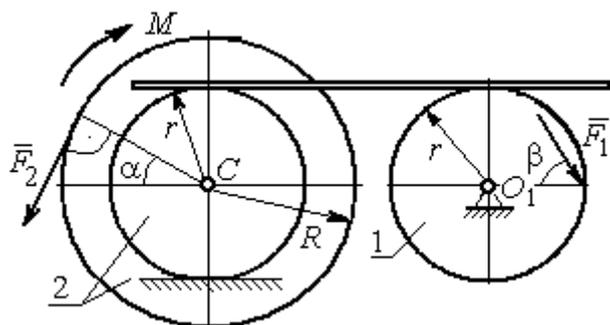


Рис. 5.7. Схема движения механической системы

Определить ускорение центра масс диска 2, угловое ускорение дисков, усилие в стержне, динамическую реакцию шарнира O_1 , реакцию опоры диска 2 (её нормальную составляющую и силу сцепления диска с поверхностью качения), если модули сил тяжести $P_1 = 40$ Н,

$P_2 = 60$ Н, модули сил $F_1 = 80$ Н, $F_2 = 30$ Н, величина момента $M = 35$ Н·м, углы наклона сил $\alpha = 30^\circ$, $\beta = 45^\circ$, радиусы дисков $R = 0,8$ м, $r = 0,6$ м, радиус инерции диска 2 $i_z = 0,4$ м.

Решение

Предположим, что во время движения системы диск 1 вращается по ходу часовой стрелки. Угловые скорости ω_1 и ω_2 дисков 1 и 2 и скорость центра масс диска 2 показаны на рис. 5.8.

На диск 1 действуют силы: \vec{F}_1 , сила тяжести \vec{P}_1 и реакция шарнира O_1 , разложенная на составляющие \vec{X}_1 , \vec{Y}_1 . На диск 2: сила \vec{F}_2 , сила тяжести \vec{P}_2 , пара сил с моментом M , нормальная реакция опоры \vec{N} и сила сцепления диска 2 с поверхностью $\vec{F}_{\text{сц}}$. Направления действия сил показаны на рис. 5.8.

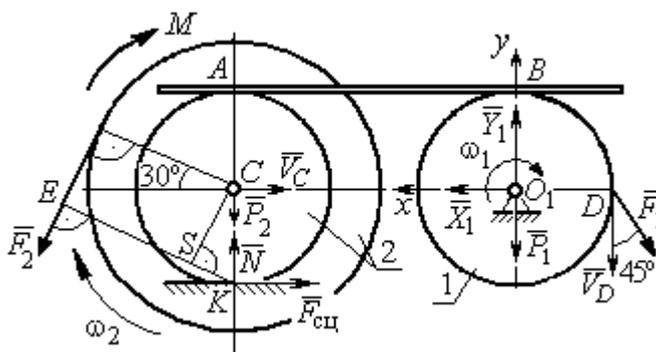


Рис. 5.8. Расчетная схема для исследования движения системы

Для решения задачи воспользуемся теоремой об изменении кинетической энергии системы в дифференциальной форме. По условию задачи рассматриваемая система неизменяемая и, следовательно, сумма мощностей внутренних сил равна нулю. В этом случае теорема об изменении кинетической энергии системы принимает вид $\frac{dT}{dt} = \sum N(\vec{F}_k^e)$, где T – энергия системы в текущем положении; $\sum N(\vec{F}_k^e)$ – суммарная мощность внешних сил.

Найдём кинетическую энергию системы и выразим её через скорость центра масс диска 2.

Кинетическая энергия вращательного движения диска 1: $T_1 = \frac{1}{2} J_{zO_1} \omega_1^2$, где ω_1 – угловая скорость диска 1; J_{zO_1} – осевой момент инерции диска 1, $J_{zO_1} = \frac{m_1 r^2}{2}$. Диск 2 движется плоскопараллельно. Его кинетическая энергия определяется по формуле: $T_2 = \frac{1}{2} m_2 V_C^2 + \frac{1}{2} J_{zC} \omega_2^2$, где V_C , ω_2 – скорость центра масс и угловая скорость диска 2; J_{zC} – момент инерции ступенчатого диска 2 относительно оси z , проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости диска, $J_{zC} = m_2 i_z^2$.

У диска 2 мгновенный центр скоростей находится в точке касания его с неподвижной поверхностью (точка K на рис. 5.8). Тогда скорость точки C определяется по формуле $V_C = \omega_2 \cdot CK = \omega_2 r$, откуда $\omega_2 = \frac{V_C}{r}$. Скорость точки A $V_A = \omega_2 \cdot AK = \omega_2 2r$, или $V_A = 2V_C$.

Так как нет проскальзывания между стержнем и дисками, скорость точки A на диске 2 равна скорости точки B на диске 1, причём $V_B = \omega_1 r$. Приравнивая скорости $V_B = V_A$, найдем $\omega_1 = \frac{2V_C}{r}$.

С учетом найденных зависимостей кинетические энергии дисков 1 и 2 и суммарная энергия системы имеют вид

$$T_1 = \frac{1}{2} J_{zO_1} \omega_1^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{P_1 r^2}{2g} \left(\frac{2V_C}{r} \right)^2 = \frac{P_1}{g} V_C^2;$$

$$T_2 = \frac{1}{2} m_2 V_C^2 + \frac{1}{2} J_{zC} \omega_2^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{P_2}{g} V_C^2 + \frac{1}{2} \cdot \frac{P_2}{g} i_z^2 \left(\frac{V_C}{r} \right)^2;$$

$$T = T_1 + T_2 = \frac{P_1}{g} V_C^2 + \frac{1}{2} \frac{P_2}{g} \left(1 + \frac{i_z^2}{r^2} \right) V_C^2.$$

Производная по времени от кинетической энергии системы

$$\frac{dT}{dt} = 2V_C \frac{dV_C}{dt} \left[\frac{P_1}{g} + \frac{P_2}{2g} \left(1 + \frac{i_z^2}{r^2} \right) \right].$$

Найдем сумму мощностей внешних сил. Отметим, что мощности силы тяжести \vec{P}_1 и сил реакции \vec{X}_1, \vec{Y}_1 подшипника O_1 равны нулю, так как нет перемещения точек приложения этих сил. Мощности сил \vec{N} и $\vec{F}_{\text{сц}}$ – нормальной реакции опоры диска 2 и силы сцепления диска с плоскостью также равны нулю, так как точкой приложения этих сил является мгновенный центр скоростей диска 2, скорость которого равна нулю. Мощность силы \vec{P}_2 равна нулю, так как угол между вектором силы и скоростью точки приложения силы – точки C – равен 90° (см. рис. 5.8). Для определения мощности силы \vec{F}_2 , приложенной к диску 2, воспользуемся формулой расчета мощности силы при плоскопараллельном движении тела. Выберем в качестве полюса точку K – мгновенный центр скоростей диска 2, скорость которого $V_K = 0$ (см. рис. 5.8). В этом случае мощность силы \vec{F}_2 равна: $N(\vec{F}_2) = \vec{M}_K \cdot \vec{\omega}_2 = -F_2 h_K \omega_2$, где $\vec{M}_K = M_K(\vec{F}_2)$ – вектор момента силы \vec{F}_2 относительно центра K ; $\vec{\omega}_2, \omega_2$ – вектор и модуль угловой скорости диска 2; h_K – плечо силы \vec{F}_2 относительно центра K . Мощ-

ность силы \vec{F}_2 отрицательная, так как направление момента силы \vec{F}_2 относительно точки K противоположно направлению угловой скорости диска 2.

В результате, мощность силы \vec{F}_2 :

$$N(\vec{F}_2) = -F_2 h_K \omega_2 = -F_2 (R + r \cos 60^\circ) \omega_2 = -F_2 V_C \left(\frac{1}{2} + \frac{R}{r} \right).$$

Здесь $h_K = EK = ES + SK = R + r \cos 60^\circ$ (см. рис. 5.8).

Заметим, что для вычисления мощности силы F_2 можно использовать в качестве полюса центр масс диска – точку C . Имеем:

$$N(\vec{F}_2) = \vec{F}_2 \cdot \vec{V}_C + \vec{M}_C(F_2) \cdot \vec{\omega}_2 = F_2 V_C \cos 120^\circ - F_2 R \omega_2 = -F_2 V_C \left(\frac{1}{2} + \frac{R}{r} \right).$$

Момент M направлен в сторону вращения диска 2. Его мощность положительная: $N(M) = M \omega_2 = M \frac{V_C}{r}$. Мощность силы \vec{F}_1 , приложенной в точке D ,

$N(\vec{F}_1) = F_1 V_D \cos 45^\circ = F_1 V_C \sqrt{2}$. Здесь учтено очевидное равенство $V_D = V_A = 2V_C$ (см. рис. 5.8).

Суммарная мощность внешних сил:

$$\sum N(F^e) = -F_2 V_C \left(\frac{1}{2} + \frac{R}{r} \right) + M \frac{V_C}{r} + F_1 V_C \sqrt{2}.$$

В результате теорема об изменении кинетической энергии системы приводится к виду

$$2V_C \frac{dV_C}{dt} \left[\frac{P_1}{g} + \frac{P_2}{2g} \left(1 + \frac{i_z^2}{r^2} \right) \right] = -F_2 V_C \left(\frac{1}{2} + \frac{R}{r} \right) + M \frac{V_C}{r} + F_1 V_C \sqrt{2},$$

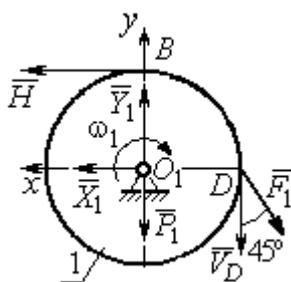
откуда ускорение центра масс диска 2:

$$a_C = \frac{dV_C}{dt} = \frac{\left[-F_2 \left(\frac{1}{2} + \frac{R}{r} \right) + \frac{M}{r} + F_1 \sqrt{2} \right] g}{\left[2P_1 + P_2 \left(1 + \frac{i_z^2}{r^2} \right) \right]}.$$

Подставляя исходные данные задачи, получим: $a_C = 6,85 \text{ м/с}^2$.

Для определения углового ускорения диска 2 продифференцируем по времени равенство $\omega_2 = \frac{V_C}{CK} = \frac{V_C}{r}$. Дифференцирование здесь допустимо, так как во время движения диска 2 расстояние от точки C до мгновенного центра скоростей диска 2 – точки K – не меняется.

Найдем $\varepsilon_2 = \dot{\omega}_2 = \frac{\dot{V}_C}{r} = \frac{a_C}{r} = 11,42 \text{ рад/с}^2$. Угловое ускорение диска 1



находится путём дифференцирования равенства $\omega_1 = 2\omega_2$. Имеем: $\varepsilon_1 = 2\varepsilon_2 = 22,84 \text{ рад/с}^2$.

Для того чтобы определить реакцию стержня, освобождаемся от стержня, заменяем его реакцией \vec{H} и составляем уравнения движения дисков 1 и 2.

Рис. 5.9. Силы, действующие на диск 1 во время движения

Силы, действующие на диск 1 во время движения, показаны на рис. 5.9. Уравнение вращательного движения диска 1 в алгебраической форме:

$J_{zO_1} \varepsilon_1 = \sum M_z(\vec{F}_k^e)$, где ε_1 – угловое ускорение диска; J_{zO_1} – момент инерции диска 1 относительно оси z , проходящей через точку O_1 перпендикулярно плоскости диска, $J_{zO_1} = \frac{m_1 r^2}{2}$; $\sum M_{zO_1}(\vec{F}_k^e)$ – сумма моментов внешних сил относительно оси z .

Считая моменты сил положительными, если они создают поворот диска в сторону его вращения, составим сумму моментов внешних сил относительно оси z : $\sum M_{zO_1}(\vec{F}_k^e) = F_1 r \cos 45^\circ - Hr$. В результате уравнение вращательного

движения диска 1 принимает вид: $\frac{P_1 r^2}{2g} \varepsilon_1 = F_1 r \cos 45^\circ - Hr$.

Подставляя в уравнение исходные данные задачи с учетом найденного значения углового ускорения диска 1 $\varepsilon_1 = 22,84 \text{ рад/с}^2$, найдем реакцию стержня $H = 28,63 \text{ Н}$.

Для определения динамической реакции шарнира O_1 диска 1 применим теорему о движении центра масс. Выберем оси координат O_1x и O_1y , как показано на рис. 5.9, и составим уравнение движения центра масс диска 1 в проекциях на оси координат с учётом того, что сам центр масс неподвижен и его ускорение равно нулю.

Получим систему:

$$H + X_1 - F_1 \sin 45^\circ = 0, \quad Y_1 - P_1 - F_1 \cos 45^\circ = 0.$$

Отсюда, с учётом найденной величины усилия в стержне $H = 28,63$ Н, находим составляющие динамической реакции шарнира: $X_1 = 27,94$ Н, $Y_1 = 96,57$ Н. Полная реакция шарнира $R_{O_1} = \sqrt{X_1^2 + Y_1^2} = 100,53$ Н.

Для определения величины силы сцепления диска 2 с поверхностью качения и нормальной составляющей реакции опоры диска используем теорему о движении центра масс. Силы, приложенные к диску 2, и выбранная система координат xCy показаны на рис. 5.10. Уравнения движения центра масс диска 2 в проекциях на оси x, y имеют вид:

$$m_2 a_C = H + F_{\text{сц}} - F_2 \cos 60^\circ;$$

$$0 = -F_2 \cos 30^\circ - P_2 + N.$$

С учетом найденных значений реакции стержня $H = 28,63$ Н и ускорения центра масс диска 2 $a_C = 6,85$ м/с², находим силу сцепления и нормальную реакцию опоры: $F_{\text{сц}} = 28,27$ Н, $N = 85,98$ Н.

Полная реакция опоры $R_K = \sqrt{N^2 + F_{\text{сц}}^2} = 90,51$ Н.

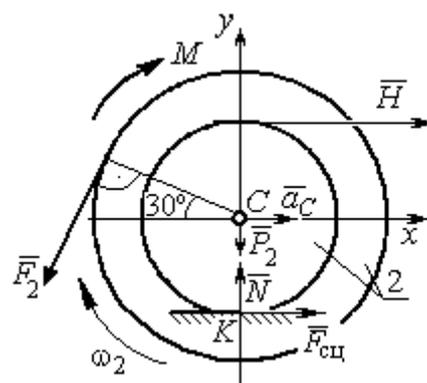


Рис. 5.10. Силы, действующие на диск 2 во время движения

6. АНАЛИТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

6.1. Принципы механики. Общее уравнение динамики

Силой инерции материальной точки называют векторную величину, модуль которой равен произведению массы точки на модуль её ускорения, направленную противоположно этому ускорению

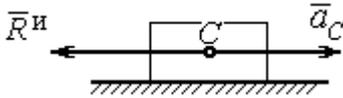


Рис. 6.1. Главный вектор сил инерции при поступательном движении твердого тела

направленную противоположно этому ускорению $\vec{R}^И = -m\vec{a}$, где m – масса точки; \vec{a} – вектор ускорения точки.

При поступательном движении тела с ускорением центра масс \vec{a}_c система сил инерции, приложенных к каждой точке тела, приводится к главному вектору сил инерции $\vec{R}^И$, равному по величине $R^И = ma_c$, приложенному в центре масс тела и направленному в сторону, противоположную ускорению \vec{a}_c (рис. 6.1).

При вращении тела вокруг неподвижной оси z , проходящей через центр масс, главный вектор сил инерции, приведённый к центру масс тела, обращается в нуль (так как ускорение центра масс равно нулю). Таким образом, система сил инерции приводится к паре сил с моментом $\vec{M}^И$, равным главному моменту сил инерции относительно оси вращения. Величина главного момента сил инерции $M^И = J_z \varepsilon$, где J_z – момент инерции тела относительно оси z ; ε – угловое ускорение тела. Направлен главный момент сил инерции в сторону, противоположную угловому ускорению (рис. 6.2).

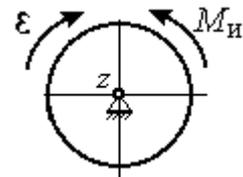


Рис. 6.2. Главный момент сил инерции при вращении тела вокруг оси, проходящей через центр масс

При плоскопараллельном движении тела с ускорением центра масс \vec{a}_c и угловым ускорением ε система сил инерции, приложенных к каждой точке тела, приводится к силе $\vec{R}^И$, равной главному вектору сил инерции, и паре сил с моментом $\vec{M}^И$, равным главному моменту сил инерции относительно оси,

проходящей через центр масс тела перпендикулярно плоскости движения (рис. 6.3). Главный вектор сил инерции равен по модулю произведению массы тела на ускорение его центра масс: $R^и = ma_c$, приложен в центре масс тела и направлен в сторону, противоположную ускорению \vec{a}_c центра масс. Главный момент сил инерции равен по величине произведению момента инерции тела относительно оси, проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости движения, на угловое ускорение тела:

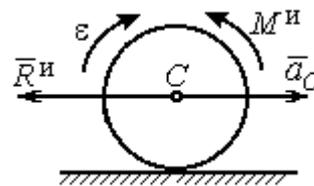


Рис. 6.3. Главный вектор и главный момент сил инерции при плоскопараллельном движении твердого тела

$M^и = J_c \varepsilon$, где J_c – момент инерции тела. Направлен главный момент сил инерции в сторону, противоположную угловому ускорению (см. рис. 6.3).

Принцип Даламбера для системы. Если в любой момент времени к каждой из точек системы кроме действующих на нее внешних и внутренних сил присоединить соответствующие силы инерции, то полученная система сил будет уравновешенной. Принцип Даламбера даёт возможность составлять уравнения движения механической системы в виде уравнений равновесия:

$$\sum \vec{F}_k^e + \vec{R}^и = 0, \quad \sum \vec{M}_O(\vec{F}_k^e) + \vec{M}_O^и = 0,$$

где \vec{F}_k^e – внешние силы, приложенные к системе; $\vec{R}^и$ – главный вектор сил инерции; $\vec{M}_O(\vec{F}_k^e)$ – момент внешних сил, приложенных к системе, относительно произвольного центра O ; $\vec{M}_O^и$ – главный момент сил инерции относительно центра O .

Силы, действующие на систему, можно подразделить на активные и реакции связей. **Идеальными связями** в механической системе называют такие связи, для которых сумма элементарных работ их реакций на любом возможном перемещении равна нулю.

Принцип возможных перемещений. Для равновесия механической системы с идеальными связями необходимо и достаточно, чтобы сумма

элементарных работ всех активных сил, приложенных к точкам системы, была равна нулю на любом возможном перемещении системы: $\sum \delta A(\vec{F}_k^{\text{акт}}) = 0$, где $\delta A(\vec{F}_k^{\text{акт}})$ – элементарная работа активных сил на возможном перемещении.

Совместное применение принципа Даламбера и принципа возможных перемещений приводит к формулировке общего уравнения динамики.

Общее уравнение динамики. При движении механической системы с идеальными связями в каждый момент времени сумма элементарных работ всех приложенных активных сил и сил инерции на любом возможном перемещении равна нулю: $\sum \delta A(\vec{F}_k^{\text{акт}}) + \sum \delta A(\vec{R}_k^{\text{и}}) = 0$, где $\delta A(\vec{F}_k^{\text{акт}})$, $\delta A(\vec{R}_k^{\text{и}})$ – элементарные работы активных сил и сил инерции, приложенных к системе, на её возможном перемещении.

При вычислении элементарных работ активных сил и сил инерции используют обычные формулы для вычисления работы сил на элементарном перемещении точек их приложения. При этом переменные силы на элементарном перемещении точек их приложения считаются постоянными.

6.2. Задание Д6. Исследование механической системы с применением общего уравнения динамики

Механическая система с идеальными связями включает груз и два диска – однородного радиусом R или r и ступенчатого. Ступенчатый диск состоит из двух одноосных цилиндров радиусом R и r . Радиусы дисков указаны на схеме. Тела соединены нерастяжимыми нитями или невесомыми стержнями. Система движется в вертикальной плоскости из состояния покоя под действием сил тяжести, постоянной силы \vec{F} , а также пары сил с переменным моментом M . Направление действия силы \vec{F} и наклон плоскости движущихся тел определяются углами α и β . Радиус инерции ступенчатого диска относительно оси, проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости движения, равен i_z .

Качение дисков без проскальзывания. Скольжение между невесомым стержнем и дисками отсутствует. Движение грузов по плоскости без трения. Нити и стержни, соединяющие груз и диски, параллельны соответствующим плоскостям, по которым двигаются тела.

Найти уравнение движения центра масс диска 3. Определить реакцию шарнира диска 2 в момент времени $t = 1$ с.

Варианты задания приведены на рис. 6.4, 6.5. Исходные данные выбираются из табл. 6.1.

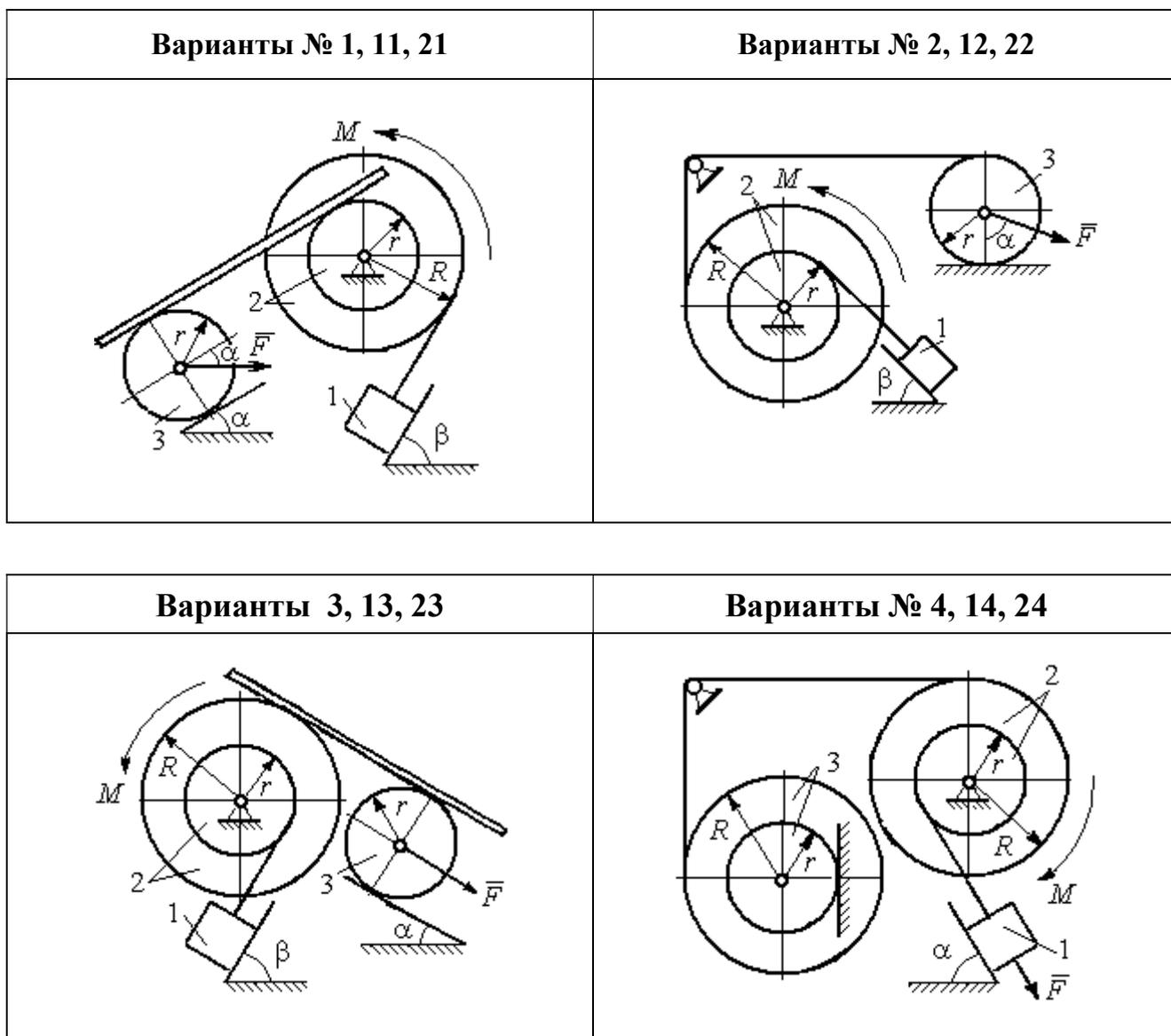


Рис. 6.4. Задание Д6. Исследование движения механической системы с применением общего уравнения динамики.
Номера вариантов задания 1 – 4, 11 – 14, 21 – 24

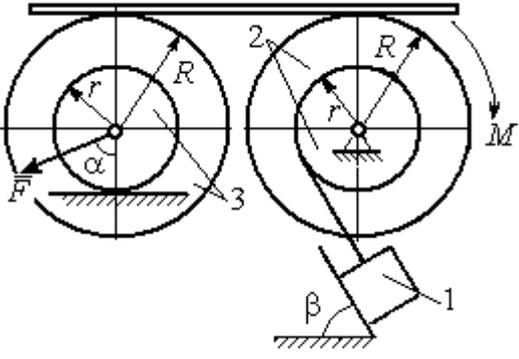
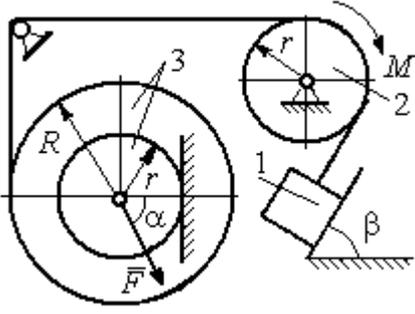
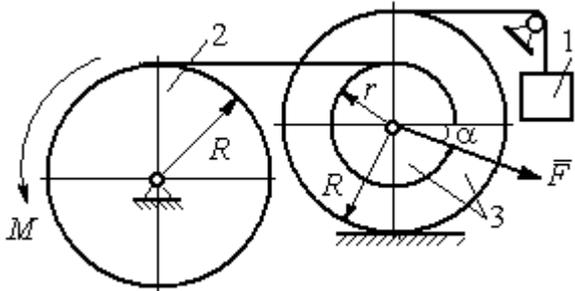
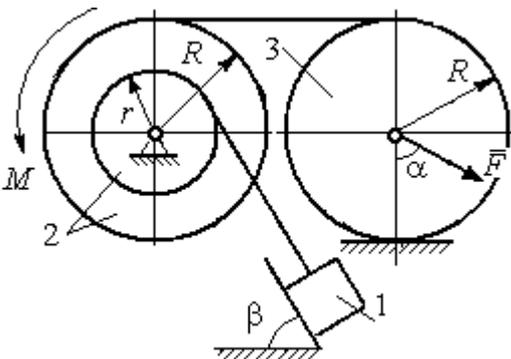
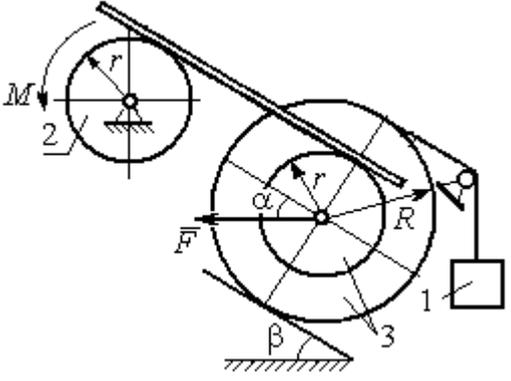
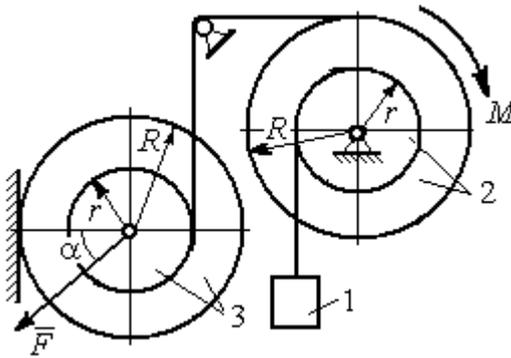
<p style="text-align: center;">Варианты № 5, 15, 25</p> 	<p style="text-align: center;">Варианты № 6, 16, 26</p> 
<p style="text-align: center;">Варианты № 7, 17, 27</p> 	<p style="text-align: center;">Варианты № 8, 18, 28</p> 
<p style="text-align: center;">Варианты № 9, 19, 29</p> 	<p style="text-align: center;">Варианты № 10, 20, 30</p> 

Рис. 6.5. Задание Д6. Исследование движения механической системы с применением общего уравнения динамики.
 Номера вариантов задания 5 – 10, 15 – 20, 25 – 30

Исходные данные задания Д6. Исследование движения механической системы с применением общего уравнения динамики

Номер варианта задания	P_1 , Н	P_2 , Н	P_3 , Н	F , Н	M , Н·м	α , град	β , град	R , м	r , м	i_z , м
1	10	20	8	20	$3(2+t^2)$	30	60	0,6	0,3	0,4
2	10	22	15	15	$4(t+3)$	30	30	0,8	0,4	0,6
3	5	18	10	6	$8(t^2+1)$	90	30	0,4	0,3	0,3
4	5	22	10	5	$14(t^2+t+1)$	30	–	0,6	0,5	0,6
5	5	20	16	9	$3(t^2+4)$	45	60	0,6	0,3	0,5
6	10	16	14	15	$4(5+t)$	60	30	1,0	0,6	0,8
7	6	20	20	8	$9(3t^2+2)$	45	–	0,8	0,6	0,8
8	16	25	15	12	$5(t^2+4)$	30	60	1,2	0,6	0,8
9	5	20	12	8	$4(3+5t)$	60	30	0,6	0,4	0,5
10	6	25	8	10	$5(3t+6)$	30	–	1,0	0,8	0,9
11	4	22	8	15	$2+t^2$	45	45	0,8	0,4	0,6
12	15	18	15	10	$5(t+3)$	30	60	1,0	0,5	0,7
13	6	20	10	4	$5(t^2+2)$	30	60	0,6	0,5	0,4
14	10	25	15	8	$16(t+2)$	60	–	0,8	0,6	0,7
15	8	18	20	10	$6(t+2)$	30	90	1,2	0,6	1,0
16	8	18	12	12	$5(3+t^2)$	90	60	0,8	0,6	0,7
17	5	20	10	10	$2t^2+20$	60	–	0,9	0,6	0,8
18	20	15	20	15	$3(t+4)$	60	30	0,8	0,4	0,7
19	8	20	12	10	$4(3+t)$	45	45	1,2	0,4	0,8
20	12	20	10	6	$6(3t+4)$	45	–	1,0	0,6	0,9
21	15	25	12	12	$6+t^2$	60	60	0,6	0,3	0,5
22	20	22	18	15	$2(2t+9)$	45	45	0,8	0,4	0,6
23	8	24	12	8	$7(3t^2+2)$	30	45	0,8	0,5	0,6
24	12	20	18	10	$6(t+4)$	90	–	0,5	0,3	0,4
25	5	20	12	12	$9(2+t^2)$	60	30	1,4	0,7	1,2
26	10	12	10	8	$6(2+t)$	30	45	1,2	0,8	0,9
27	6	18	16	14	$8(2t^2+3)$	30	–	0,8	0,2	0,6
28	10	20	20	20	$3(t^2+3)$	45	30	0,6	0,3	0,5
29	10	18	8	12	$5(4+t+t^2)$	30	60	1,2	0,8	0,9
30	8	18	10	15	$8(t^2+5)$	60	–	1,0	0,8	0,9

Пример выполнения задания Д6. Исследование движения механической системы с применением общего уравнения динамики

Механическая система состоит из груза 1, движущегося поступательно, ступенчатого диска 2 (каток), катящегося по неподвижной поверхности цилиндра.

дрической ступенькой, и однородного диска 3 (блок), вращающегося вокруг неподвижной оси, проходящей через центр масс блока (рис. 6.6). Качение катка 2 без проскальзывания, скольжение груза 1 – без трения. Движение системы происходит под действием сил

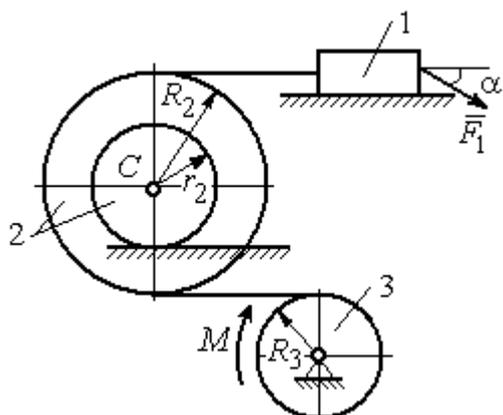


Рис. 6.6. Схема движения механической системы

тяжести, силы \vec{F} , приложенной к грузу 1 и пары сил с моментом M , приложенной к диску 3.

Найти уравнение движения центра масс катка 2 если движение системы началось из состояния покоя.

Определить реакцию шарнира диска 3 в момент $t = 1$ с, если: $P_1 = 10$ Н; $P_2 = 20$ Н; $P_3 = 15$ Н; $F = 5(t+1)$ Н; $M = 6(1+2t)$ Н·м; $R_2 = 0,8$ м; $r_2 = 0,2$ м; $R_3 = 0,4$ м; $i_{2C} = 0,6$ м.

Решение

В рассматриваемой механической системе активными силами являются силы тяжести $\vec{P}_1, \vec{P}_2, \vec{P}_3$, сила \vec{F} и пара сил с моментом M (рис. 6.7). Связи идеальные, так как скольжение груза 1 происходит по гладкой поверхности без трения, качение диска 2 без проскальзывания, а ось вращения блока 3 неподвижна.

Предположим, направление движения в системе задаёт пара сил с моментом M , приложенная к блоку 3. Обозначим ω_3, ε_3 – угловая скорость и угловое ускорение блока 3, V_C, a_C – скорость и ускорение центра масс катка 2, V_1, a_1 – скорость и ускорение груза 1. Направления векторов скоростей и ускорений точек и угловых скоростей и ускорений тел в соответствии с выбранным направлением движения системы показаны на рис. 6.7.

Общее уравнение динамики имеет вид:

$$\sum \delta A(\vec{F}_k^{\text{акт}}) + \sum \delta A(\vec{R}_k^{\text{и}}) = 0.$$

Присоединим к телам системы силы инерции. Груз 1 движется поступательно. Главный вектор сил инерции груза 1 $\vec{R}_1^и$ приложен в центре масс груза и направлен в сторону, противоположную ускорению \vec{a}_1 груза 1. Модуль главного вектора сил инерции груза 1 $R_1^и = m_1 a_1$, где m_1 – масса груза 1; a_1 – величина ускорения груза 1.

Система сил инерции катка 2, приводятся к силе, равной главному вектору сил инерции $\vec{R}_2^и$, приложенному в центре масс катка 2, и паре сил с моментом, равным главному моменту сил инерции $\vec{M}_2^и$ относительно оси, проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости движения.

Главный вектор сил инерции направлен в сторону, противоположную ускорению \vec{a}_C , и составляет $R_2^и = m_2 a_C$, где m_2 – масса катка 2; a_C – величина ускорения центра масс. Главный момент сил инерции: $M_2^и = J_{2C} \varepsilon_2$, где J_{2C} – момент инерции катка 2 относительно оси, проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости движения; ε_2 – угловое ускорение катка 2. Направлен главный момент сил инерции $M_2^и$ в сторону, противоположную угловому ускорению ε_2 .

Главный вектор сил инерции, приложенных к блоку 3 и приведённых к центру масс блока, равен нулю, так как блок вращается вокруг неподвижной оси, проходящей через центр масс, и ускорение центра масс блока равно нулю. В результате силы инерции блока 3 приводятся к паре сил, момент которой ра-

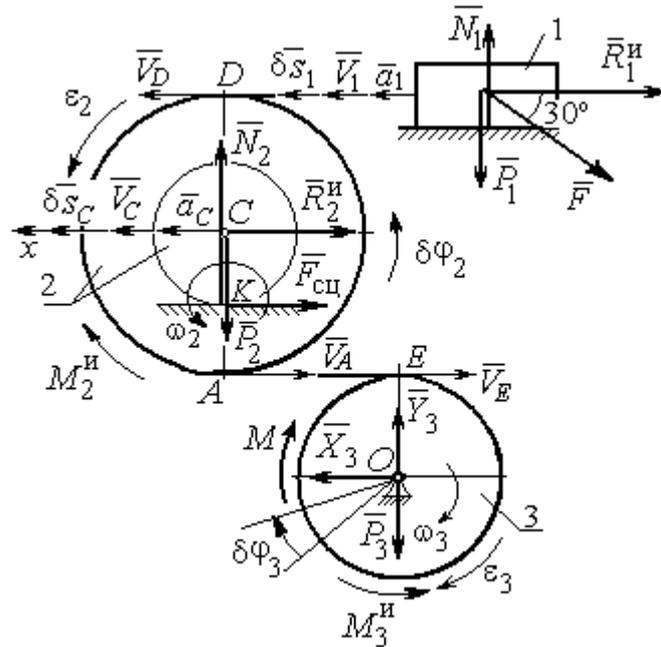


Рис. 6.7. Расчётная схема исследования движения механической системы

вен главному моменту сил инерции $\vec{M}_3^И$ относительно оси вращения. Главный момент сил инерции блока 3 равен по величине $M_3^И = J_{3O}\varepsilon_3$, где J_{3O} – момент инерции блока 3 относительно оси вращения; ε_3 – угловое ускорение блока 3, и направлен в сторону, противоположную угловому ускорению ε_3 . Главные векторы и главные моменты сил инерции показаны на рис. 6.8.

Определим кинематические соотношения между скоростями точек системы и выразим их через скорость V_C центра масс катка 2. Каток 2 катится по неподвижной поверхности без скольжения. Мгновенный центр скоростей катка находится в точке K касания катка с поверхностью (см. рис. 6.7). Угловая скорость катка 2

$\omega_2 = \frac{V_C}{CK} = \frac{V_C}{r_2}$. Скорость точки A катка 2:

$V_A = \omega_2 \cdot AK = \omega_2(R_2 - r_2) = V_C \frac{R_2 - r_2}{r_2}$. Скорость точки E блока 3 равна скорости точки A катка 2, $V_E = V_A$. Тогда угловая скорость блока 3:

$$\omega_3 = \frac{V_E}{R_3} = \frac{V_A}{R_3} = V_C \frac{(R_2 - r_2)}{R_3 r_2}.$$

Скорость груза 1 равна скорости точки D катка 2:

$$V_1 = V_D = \omega_2 \cdot DK = \omega_2(R_2 + r_2) = V_C \frac{(R_2 + r_2)}{r_2}.$$

Соотношения между ускорениями определяются путем дифференцирования установленных кинематических равенств:

$$a_1 = a_C \frac{(R_2 + r_2)}{r_2}, \quad \varepsilon_2 = \frac{a_C}{r_2}, \quad \varepsilon_3 = a_C \frac{(R_2 - r_2)}{R_3 r_2}.$$

Для того чтобы найти соотношения между перемещениями, выразим кинематические равенства между скоростями в дифференциальном виде и, полагая, что действительное перемещение является возможным, т. е. $ds = \delta s$, $d\varphi = \delta\varphi$, получим соотношения между возможными перемещениями:

$$\delta s_1 = \delta s_C \frac{(R_2 + r_2)}{r_2}, \quad \delta \varphi_2 = \frac{\delta s_C}{r_2}, \quad \delta \varphi_3 = \delta s_C \frac{(R_2 - r_2)}{R_3 r_2}.$$

Сообщим системе возможное перемещение, совпадающее с действительным. Элементарная работа реакций связи на любом возможном перемещении системы равна нулю, так как связи в системе идеальные.

Найдем элементарные работы активных сил и выразим их через перемещение центра масс катка 2. Прежде заметим, что элементарные работы сил тяжести груза 1 и катка 2 равны нулю, так как направления перемещений точек приложения этих сил перпендикулярны векторам сил:

$$\delta A(\vec{P}_1) = P_1 \delta s_1 \cos 90^\circ = 0, \quad \delta A(\vec{P}_2) = P_2 \delta s_C \cos 90^\circ = 0.$$

Элементарная работа силы тяжести блока 3 равна нулю, так как точка приложения силы тяжести блока 3 не перемещается: $\delta A(\vec{P}_3) = 0$.

Элементарная работа пары сил с моментом M , приложенных к блоку 3:

$$\delta A(\vec{M}) = M \delta \varphi_3 = M \delta s_C \frac{(R_2 - r_2)}{R_3 r_2}.$$

Элементарная работа силы \vec{F} :

$$\delta A(\vec{F}) = F \delta s_1 \cos 150^\circ = -F \delta s_C \frac{(R_2 + r_2)}{r_2} \cos 30^\circ.$$

Сумма элементарных работ всех активных сил:

$$\begin{aligned} \sum \delta A(\vec{F}_k^{\text{акт}}) &= \delta A(\vec{M}) + \delta A(\vec{F}) = M \delta s_C \frac{(R_2 - r_2)}{R_3 r_2} - F \delta s_C \frac{(R_2 + r_2)}{r_2} \cos 30^\circ = \\ &= \left[6(1 + 2t) \left(\frac{0,8 - 0,2}{0,4 \cdot 0,2} \right) - 5(t + 1) \left(\frac{0,8 + 0,2}{0,2} \right) 0,866 \right] \delta s_C = (23,35 + 68,35t) \delta s_C. \end{aligned}$$

Определим модули главных векторов и главных моментов сил инерции в зависимости от ускорения a_C центра масс катка 2:

$$\begin{aligned} R_1^{\text{и}} = m_1 a_1 = \frac{P_1}{g} a_1 = \frac{P_1 (R_2 + r_2)}{g r_2} a_C, \quad R_2^{\text{и}} = m_2 a_C = \frac{P_2 a_C}{g}, \\ M_2^{\text{и}} = J_{2C} \varepsilon_2 = m_2 i_{2C}^2 \varepsilon_2 = \frac{P_2 i_{2C}^2}{g} \frac{a_C}{r_2}, \end{aligned}$$

$$M_3^H = J_{3O} \varepsilon_3 = \frac{m_3 R_3^2}{2} \varepsilon_3 = \frac{P_3 R_3^2 (R_2 - r_2)}{2g R_3 r_2} a_C = \frac{P_3 R_3 (R_2 - r_2)}{2g r_2} a_C,$$

где J_{2C} – момент инерции катка 2 относительно оси, проходящей через его центр масс перпендикулярно плоскости движения, $J_{2C} = m_2 i_{2C}^2$; i_{2C} – радиус инерции катка 2; J_{3O} – момент инерции блока 3 относительно оси вращения, проходящей через его центр масс, $J_{3O} = \frac{m_3 R_3^2}{2}$.

Найдем элементарные работы сил инерции на возможном перемещении системы и выразим их в зависимости от перемещения δs_C центра масс катка 2:

$$\delta A(\vec{R}_1^H) = R_1^H \delta s_1 \cos 180^\circ = - \frac{P_1 (R_2 + r_2)^2 a_C}{g r_2^2} \delta s_C;$$

$$\delta A(\vec{R}_2^H) = R_2^H \delta s_C \cos 180^\circ = - \frac{P_2 a_C}{g} \delta s_C, \quad \delta A(\vec{M}_2^H) = -M_2^H \delta \varphi_2 = - \frac{P_2 i_2^2 a_C}{g r_2^2} \delta s_C;$$

$$\delta A(\vec{M}_3^H) = -M_3^H \delta \varphi_3 = - \frac{P_3 (R_2 - r_2)^2 a_C}{2g r_2^2} \delta s_C.$$

Сумма элементарных работ сил инерции:

$$\begin{aligned} \sum \delta A(\vec{R}_k^H) &= - \frac{P_1 (R_2 + r_2)^2 a_C}{g r_2^2} \delta s_C - \frac{P_2 a_C}{g} \delta s_C - \frac{P_2 i_2^2 a_C}{g r_2^2} \delta s_C - \frac{P_3 (R_2 - r_2)^2 a_C}{2g r_2^2} \delta s_C = \\ &= - \frac{a_C \delta s_C}{g} \left[\frac{10(0,8 + 0,2)^2}{0,2^2} + 20 + \frac{20 \cdot 0,6^2}{0,2^2} + \frac{15(0,8 - 0,2)^2}{2 \cdot 0,2^2} \right] = - 52,75 a_C \delta s_C, \end{aligned}$$

где $g = 9,81 \text{ м/с}^2$.

С учетом проделанных вычислений общее уравнение динамики принимает вид:

$$\sum \delta A(\vec{F}_k^{\text{акт}}) + \sum \delta A(\vec{R}_k^H) = (23,35 + 68,35t) \delta s_C - 52,75 a_C \delta s_C = 0,$$

откуда ускорение центра масс катка 2:

$$a_C = 0,44 + 1,29t.$$

Выберем ось x по направлению движения центра масс катка 2 (см. рис. 6.7). Проектируя вектор \vec{a}_C ускорения точки C на ось x , получим дифференциальное уравнение $a_C = \ddot{x}_C = 0,44 + 1,29t$. Интегрируя дважды это уравнение, найдём закон движения: $x_C = 0,44\frac{t^2}{2} + 1,29\frac{t^3}{6} + C_1t + C_2$. Подставляя сюда начальные условия: $t = 0, V_C = 0, x_C = 0$, найдём константы интегрирования: $C_1 = C_2 = 0$. Окончательно уравнение движения центра масс диска 2 представим в виде:

$$x_C = 0,22t^2 + 0,21t^3.$$

Рассмотрим вращательное движение блока 3, освободив его от связей. На блок действуют сила тяжести \vec{P}_3 , реакция подшипника, разложенная на составляющие \vec{X}_3, \vec{Y}_3 , пара сил с моментом M и реакция нити \vec{H}_3 (см. рис. 6.8). Реакция нити, равная силе натяжения нити, приложена к блоку 3, направлена вдоль нити, связывающей каток 2 и блок 3. Присоединим к блоку 3 силы инерции. Направления сил, моментов пар сил и главного момента сил инерции, действующих на блок 3, показаны на рис. 6.8.

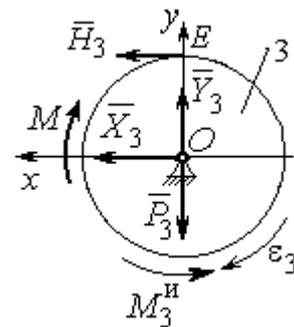


Рис. 6.8. Расчётная схема определения натяжения нити и реакции шарнира блока 3

По принципу Даламбера система сил, приложенных к блоку 3, включая силы инерции, находится в равновесии. Составим уравнение равновесия в виде равенства нулю суммарного момента всех сил (включая силы инерции) относительно оси вращения. Получим $M - H_3R_3 - M_3^И = 0$, где $M_3^И = J_{3O}\epsilon_3 = \frac{P_3R_3(R_2 - r_2)a_C}{2gr_2}$. Из уравнения находим величину натяжения нити:

$$H_3 = \frac{M}{R_3} - \frac{P_3(R_2 - r_2)a_C}{2gr_2} = \frac{6(1 + 2t)}{R_3} - \frac{P_3(R_2 - r_2)}{2gr_2}(0,44 + 1,29t) = 13,99 + 27,04t.$$

В момент времени $t = 1$ с натяжение нити: $H_3 = 41,04$ Н.

Так как главный вектор сил инерции блока 3 равен нулю, то составленные по принципу Даламбера уравнения равновесия блока 3 в виде проекций сил на вертикальную и горизонтальную оси содержат только внешние силы. Имеем: $X_3 + H_3 = 0$, $Y_3 - P_3 = 0$ (см. рис. 6.8). Отсюда находим составляющие реакции шарнира блока 3 в момент времени $t = 1$ с: $X_3 = -H_3 = -41,04$ Н, $Y_3 = P_3 = 15$ Н. Отрицательное значение горизонтальной составляющей реакции шарнира X_3 означает её противоположное направление.

Полная реакция шарнира $R_3 = \sqrt{X_3^2 + Y_3^2} = 43,69$ Н.

6.3. Уравнения Лагранжа II рода

Обобщенными координатами механической системы называется совокупность любых s независимых параметров q_1, q_2, \dots, q_s , однозначно определяющих положение системы в любой момент времени.

Если системе сообщить возможное перемещение, при котором все обобщенные координаты изменяются на элементарные (бесконечно малые) величины $\delta q_1, \delta q_2, \dots, \delta q_s$, называемые вариациями обобщенных координат, то все действующие активные силы совершат элементарную работу, которая может быть представлена в виде $\delta A = Q_1 \cdot \delta q_1 + Q_2 \cdot \delta q_2 + \dots + Q_s \cdot \delta q_s$. Величина Q_k , равная коэффициенту при вариации δq_k обобщенной координаты, называется **обобщенной силой**, соответствующей данной обобщенной координате. Расчет обобщенных сил осуществляется путем последовательного придания системе возможных перемещений, при которых варьируется только одна из обобщенных координат, а вариации остальных координат равны нулю.

Для материальной системы с идеальными связями дифференциальные уравнения движения в обобщенных координатах – **уравнения Лагранжа II рода** – имеют вид:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_k} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_k} = Q_k, \quad k = 1, 2, \dots, s,$$

где T – кинетическая энергия системы; q_1, q_2, \dots, q_s – обобщенные координаты; $\dot{q}_1, \dot{q}_2, \dots, \dot{q}_s$ – обобщенные скорости; s – число степеней свободы системы.

6.4. Задание Д7. Исследование механической системы с одной степенью свободы с применением уравнений Лагранжа

Механическая система состоит из трёх тел – бруса 1, блока 2, катка 3 и невесомой пружины жесткостью c . Брус 1, соединяющий каток 3 с блоком 2, расположен параллельно линии качения катка 3. Радиусы ступеней ступенчатого диска и радиус однородного диска указаны на схеме.

Качение катка 3 происходит без проскальзывания. Скольжение между бруском и дисками отсутствует. В задачах, где пружина соединяется с блоком 2, передача движения блоку 2 производится посредством невесомого стержня без скольжения.

Радиус инерции ступенчатого диска относительно оси, проходящей через его центр масс перпендикулярно плоскости движения, равен i_z .

Система движется в вертикальной плоскости под действием сил тяжести $\vec{P}_1, \vec{P}_2, \vec{P}_3$, силы \vec{F} и пары сил с моментом M .

Определить закон движения бруса 1 и закон угловых колебаний блока 2, если в начальный момент пружина находилась в нерастянутом состоянии, а блоку 2 придали угловую скорость ω_{20} , направленную в сторону заданного момента пары сил.

Варианты заданий даны на рис. 6.9, 6.10. Варианты исходных данных в табл. 6.2. Отрицательные значения величин F или M в табл. 6.2 означают, что при заданных модулях силы или момента направление вектора силы \vec{F} или момента M на схеме следует изменить на противоположные.

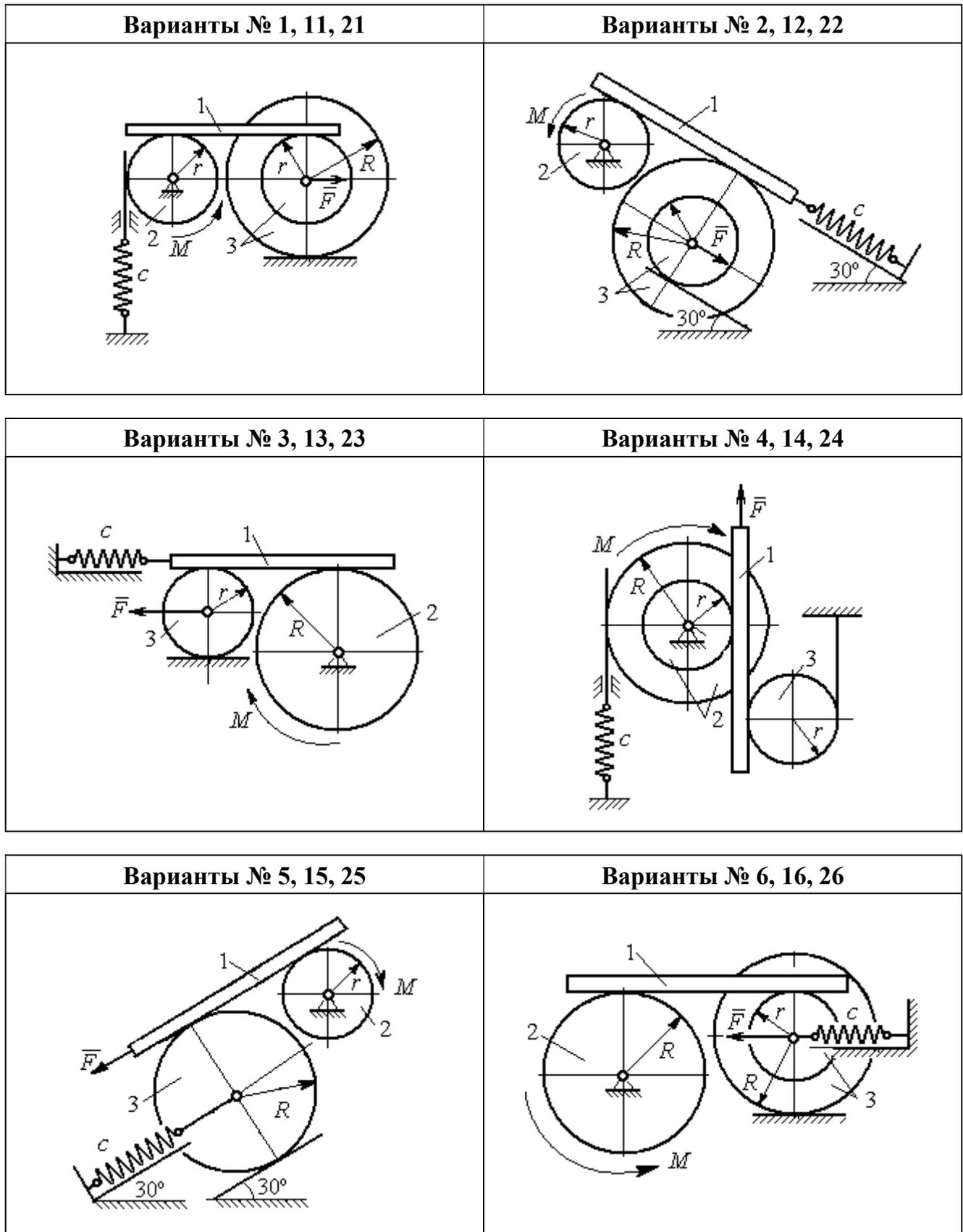


Рис. 6.9. Задание Д7. Исследование движения механической системы с одной степенью свободы. Номера вариантов задания 1 – 6, 11 – 16, 21 – 26

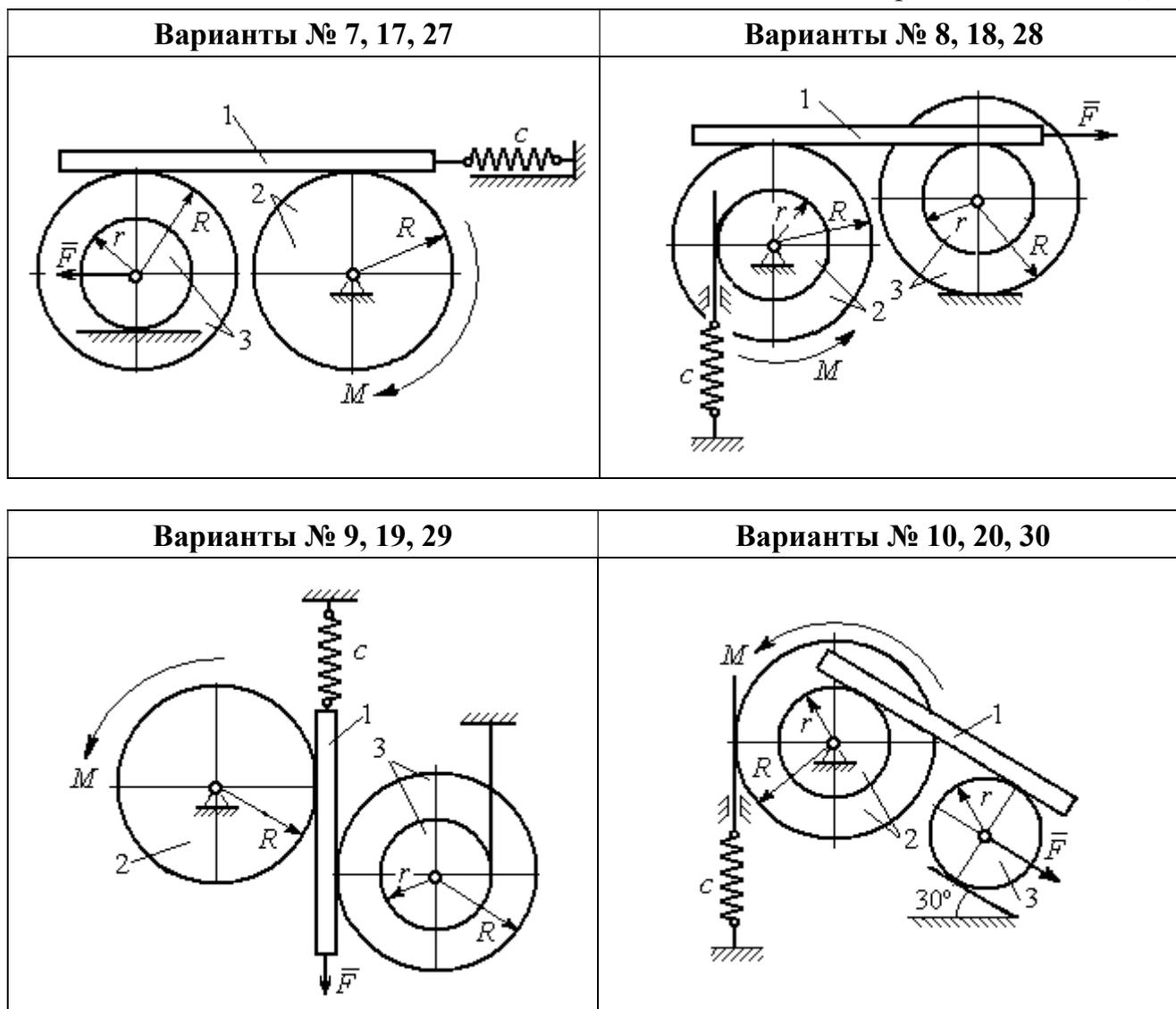


Рис. 6.10. Задание Д7. Исследование движения механической системы с одной степенью свободы. Номера вариантов задания 7 – 10, 17 – 20, 27 – 30

Таблица 6.2

Исходные данные задания Д7. Исследование движения механической системы с одной степенью свободы с применением уравнений Лагранжа

Номер варианта задания	$P_1, \text{Н}$	$P_2, \text{Н}$	$P_3, \text{Н}$	$F, \text{Н}$	$M, \text{Н}\cdot\text{м}$	$c, \text{Н/м}$	$\omega_{20}, \text{рад/с}$	$R, \text{м}$	$r, \text{м}$	$i_z, \text{м}$
1	8	12	18	15	3	50	0,3	0,6	0,3	0,4
2	10	8	15	12	5	55	0,4	0,8	0,5	0,6
3	5	18	10	8	4	60	0,2	0,5	0,3	–
4	5	20	12	10	6	70	0,5	0,6	0,5	0,6
5	5	8	16	8	8	65	0,2	0,6	0,3	–

Номер варианта задания	$P_1, \text{Н}$	$P_2, \text{Н}$	$P_3, \text{Н}$	$F, \text{Н}$	$M, \text{Н}\cdot\text{м}$	$c, \text{Н/м}$	$\omega_{20}, \text{рад/с}$	$R, \text{м}$	$r, \text{м}$	$i_z, \text{м}$
6	8	10	14	6	2	50	0,1	1,0	0,6	0,8
7	10	12	15	12	3	65	0,2	0,8	0,6	0,7
8	12	15	15	6	2	50	0,3	1,2	0,6	0,8
9	5	20	12	8	4	75	0,1	0,6	0,4	0,5
10	6	25	8	5	12	60	0,4	1,0	0,8	0,9
11	4	10	12	-10	-2	60	0,2	0,8	0,4	0,6
12	5	8	15	-8	3	50	0,5	1,0	0,5	0,7
13	6	15	8	-12	-4	65	0,4	0,6	0,5	-
14	10	25	10	6	10	55	0,1	0,8	0,6	0,7
15	8	6	20	-10	2	70	0,2	1,2	0,6	-
16	10	12	12	-5	6	60	0,3	0,8	0,6	0,7
17	12	16	12	-6	-2	55	0,4	0,9	0,6	0,8
18	10	20	20	10	4	60	0,1	0,8	0,4	0,7
19	8	20	12	-10	6	65	0,2	1,2	0,4	0,8
20	12	20	10	-3	6	50	0,24	1,0	0,6	0,9
21	5	12	15	12	-3	55	0,3	0,6	0,5	0,55
22	10	15	18	6	-2	65	0,1	0,8	0,4	0,6
23	8	20	12	-8	2	45	0,2	0,8	0,6	-
24	12	20	18	-4	-8	70	0,4	0,5	0,3	0,4
25	6	10	15	-6	-2	60	0,1	1,4	0,7	-
26	8	12	10	10	-3	65	0,2	1,2	0,8	0,9
27	6	18	16	5	-3	70	0,2	0,8	0,2	0,6
28	8	12	12	-6	2	65	0,3	0,6	0,3	0,5
29	10	18	20	-10	4	60	0,2	1,2	0,8	0,9
30	8	18	10	8	6	75	0,1	1,0	0,8	0,9

Пример выполнения задания Д7. Исследование движения механической системы с одной степенью свободы с применением уравнений Лагранжа

Механическая система состоит из трёх тел – бруса 1, блока 2, катка 3 и невесомой пружины жесткостью c . Брус, соединяющий каток 3 с блоком 2, расположен параллельно линии качения катка 3 (рис. 6.11). Радиусы ступеней ступенчатого диска R и r , радиус однородного диска r . Система движется в вертикальной плоскости под действием сил тяжести $\vec{P}_1, \vec{P}_2, \vec{P}_3$, силы \vec{F} и пары сил с моментом M . Движение катка 3 по неподвижной поверхности происходит без проскальзывания. Скольжение между бруском и дисками отсутствует.

кинетическая энергия системы, Q_x – обобщенная сила, соответствующая обобщенной координате x .

Вычислим кинетическую энергию системы как сумму кинетических энергий бруса, блока и катка: $T = T_1 + T_2 + T_3$. Кинетическая энергия поступательного движения бруса 1: $T_1 = \frac{1}{2}m_1V_1^2$, где m_1 , V_1 – масса и скорость бруса.

Энергия вращательного движения блока 2: $T_2 = \frac{1}{2}J_{2z}\omega_2^2$, где ω_2 – угловая скорость блока, J_{2z} – момент инерции блока 2 относительно оси z , $J_{2z} = m_2i_z^2$.

Каток 3 совершает плоскопараллельное движение. Его кинетическая энергия $T_3 = \frac{1}{2}m_3V_C^2 + \frac{1}{2}J_{zC}\omega_3^2$, где V_C – скорость центра масс катка 3; J_{zC} – момент инерции катка относительно оси, проходящей через его центр масс перпендикулярно плоскости движения, $J_{zC} = \frac{1}{2}m_3r^2$; r – радиус катка; ω_3 – угловая скорость катка.

Выразим скорость V_1 бруса 1, угловые скорости ω_2 , ω_3 блока 2 и катка 3, а также скорость V_C центра масс катка 3 через обобщенную скорость \dot{x} .

Заметим, что скорость точки D блока 2 равна скорости верхнего края пружины $V_D = \dot{x}$. Угловая скорость блока 2 $\omega_2 = \frac{V_D}{r} = \frac{\dot{x}}{r}$. Скорость бруса 1

равна скорости точки A блока 2 и вычисляется по формуле $V_1 = V_A = \omega_2 R = \frac{\dot{x}R}{r}$.

Так как брус совершает поступательное движение, то $V_B = V_1$. Угловая скорость

катка 3 $\omega_3 = \frac{V_B}{2r} = \frac{V_1}{2r} = \frac{\dot{x}R}{2r^2}$. Здесь при определении угловой скорости катка 3

учтено, что точка K касания катка 3 с неподвижной поверхностью является

мгновенным центром скоростей катка. Скорость центра катка 3 $V_C = \frac{V_B}{2} = \frac{\dot{x}R}{2r}$.

Подставляя исходные данные задачи с учётом найденных кинематических соотношений, получим кинетическую энергию тел системы

$$T_1 = \frac{1}{2} m_1 V_1^2 = \frac{P}{2g} \left(\frac{\dot{x}R}{r} \right)^2 = 1,125 \frac{P}{g} \dot{x}^2, \quad T_2 = \frac{1}{2} J_{2z} \omega_2^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{2P}{g} (r\sqrt{2})^2 \left(\frac{\dot{x}}{r} \right)^2 = 2 \frac{P}{g} \dot{x}^2,$$

$$T_3 = \frac{1}{2} m_3 V_C^2 + \frac{1}{2} J_{zC} \omega_3^2 = \frac{1}{2} \frac{P}{g} \left(\frac{\dot{x}R}{2r} \right)^2 + \frac{1}{2} \frac{Pr^2}{2g} \left(\frac{\dot{x}R}{2r^2} \right)^2 = 0,422 \frac{P}{g} \dot{x}^2.$$

Тогда полная кинетическая энергия системы:

$$T = T_1 + T_2 + T_3 = 3,547 \frac{P}{g} \dot{x}^2.$$

Произвольное положение системы определяется обобщённой координатой x , показывающей растяжение пружины. Дадим пружине, находящейся в произвольном положении, возможное (бесконечно малое) перемещение δx в положительном направлении оси x (см. рис. 6.12). При этом блок 2 повернётся на угол $\delta\varphi_2$: $\delta\varphi_2 = \frac{\delta x}{r}$, брус 1 переместится на расстояние δx_1 : $\delta x_1 = \frac{\delta x R}{r}$,

центр масс катка 3 сдвинется на расстояние δS_C : $\delta S_C = \frac{\delta x R}{2r}$. Все перемещения

получены из установленных ранее кинематических соотношений и показаны на рис. 6.12.

При заданном возможном перемещении системы работу совершают силы тяжести \vec{P}_1 , \vec{P}_3 бруса 1 и катка 3, пара сил с моментом M , сила \vec{F} и сила упругости пружины (см. рис. 6.12). Элементарная работа вращающего момента M , приложенного к блоку 2, будет $\delta A(M) = M \delta\varphi_2 = M \frac{\delta x}{r}$. Работа силы тяжести

бруса 1 определяется равенством $\delta A(P_1) = P_1 \delta x_1 \cos 120^\circ = -P_1 \delta x_1 \cos 60^\circ = -\frac{P_1 \delta x R}{2r}$.

Работы силы тяжести катка 3 и силы F : $\delta A(P_3) = P_3 \delta S_C \cos 120^\circ = -P_3 \frac{\delta x R}{4r}$,

$\delta A(F) = F \frac{\delta x R}{2r} \cos 30^\circ$. Модуль силы упругости пружины, растянутой из неде-

формированного положения на расстояние x : $F_{\text{упр}} = cx$. Сила $\vec{F}_{\text{упр}}$ упругости направлена в сторону, противоположную растяжению (см. рис. 6.12). Работа силы упругости при перемещении вдоль линии действия на расстояние δx вычисляется по формуле $\delta A(\vec{F}_{\text{упр}}) = F_{\text{упр}} \delta x \cos 180^\circ = -cx \delta x$.

Сумма работ сил на рассматриваемом возможном перемещении системы с учётом данных задачи составляет

$$\begin{aligned} \delta A &= \delta A(M) + \delta A(P_1) + \delta A(P_3) + \delta A(F) + \delta A(F_{\text{упр}}) = \\ &= M \frac{\delta x}{r} - \frac{P_1 \delta x R}{2r} - P_3 \frac{\delta x R}{4r} + F \frac{\delta x R}{2r} \cos 30^\circ - cx \delta x = P(1,174 - 5x) \delta x, \end{aligned}$$

откуда обобщённая сила $Q_x = P(1,174 - 5x)$.

Составим уравнения Лагранжа. Вычислим частные производные от кинетической энергии по обобщенной скорости \dot{x} и координате x : $\frac{\partial T}{\partial \dot{x}} = 7,094 \frac{P}{g} \dot{x}$,

$\frac{\partial T}{\partial x} = 0$. Определим полную производную по времени: $\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{x}} \right) = 7,094 \frac{P}{g} \ddot{x}$. Ре-

зультаты расчетов подставим в уравнения Лагранжа II рода и получим дифференциальное уравнение колебаний верхнего края пружины:

$$7,094 \frac{P}{g} \ddot{x} = P(1,174 - 5x), \text{ или при } g = 9,81 \text{ м/с}^2, \quad \ddot{x} + 6,91x = 1,62.$$

Решение дифференциального уравнения представляется в виде суммы общего решения однородного уравнения и частного решения неоднородного: $x = x_{\text{одн}} + x_{\text{частн}}$. Общее решение однородного уравнения имеет вид $x_{\text{одн}} = C_1 \sin kt + C_2 \cos kt$, где C_1, C_2 – произвольные постоянные; k – круговая частота собственных колебаний пружины, $k = \sqrt{6,91} = 2,63$ рад/с. Частное решение неоднородного уравнения ищется в виде константы $x_{\text{частн}} = b$. Подставив его в уравнение колебаний, получим $b = 0,23$. Таким образом, общее решение неоднородного уравнения имеет вид $x(t) = C_1 \sin 2,63t + C_2 \cos 2,63t + 0,23$.

Произвольные постоянные C_1, C_2 находятся из начальных условий. По условию задачи в начальный момент пружина была в нерастянтом состоянии. Тогда начальная координата пружины (её верхнего края) $x(0) = 0$. Скорость верхнего края пружины в начальный момент времени $\dot{x}(0)$ равна начальной скорости $V_D(0)$ точки D блока 2. Поскольку в начальный момент времени блоку 2 сообщили угловую скорость ω_{20} , то $\dot{x}(0) = V_D(0) = \omega_{20}r = 0,1$ м/с.

Подставляя значение начальной координаты в общее решение неоднородного уравнения при $t = 0$, получим $C_2 = -0,23$.

Вычисляем скорость движения пружины, взяв производную: $\dot{x}(t) = 2,63C_1 \cos 2,63t - 2,63C_2 \sin 2,63t$. Подставляя начальное значение скорости, получим $C_1 = 0,038$. Окончательно уравнение движения верхнего края пружин: $x(t) = 0,038 \sin 2,63t - 0,23 \cos 2,63t + 0,23$ м.

Уравнения колебательных движений бруса 1 и блока 2 найдём из ранее полученных кинематических соотношений:

$$x_1 = \frac{xR}{r} = 1,5 x(t) = 0,057 \sin 2,63t - 0,34 \cos 2,63t + 0,34 \text{ м;}$$

$$\varphi_2 = \frac{x}{r} = 5 x(t) = 0,19 \sin 2,63t - 1,15 \cos 2,63t + 1,15 \text{ рад.}$$

Амплитуда колебаний бруса $A = \sqrt{0,057^2 + 0,34^2} = 0,35$ м.

6.5. Задание Д8. Исследование механической системы с двумя степенями свободы

Механическая система, состоящая из четырёх тел, из состояния покоя движется в вертикальной плоскости под действием сил тяжести $\vec{P}_1, \vec{P}_2, \vec{P}_3, \vec{P}_4$, силы \vec{F} и пары сил с моментом M . Качение тел во всех случаях происходит без проскальзывания, скольжение грузов по поверхностям – без трения. Радиусы дисков одинаковы и равны R . Найти уравнения движения системы в обоб-

щённых координатах. Варианты заданий и рекомендуемые обобщённые координаты даны на рис. 6.13, 6.14, варианты исходных данных – в табл. 6.3.

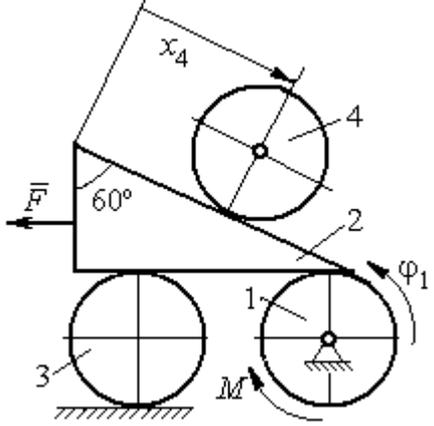
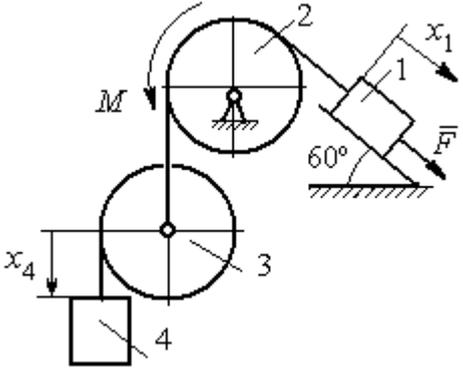
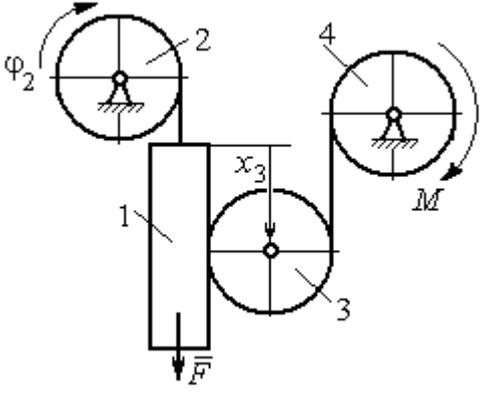
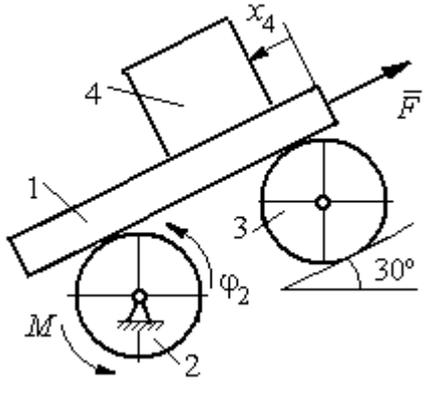
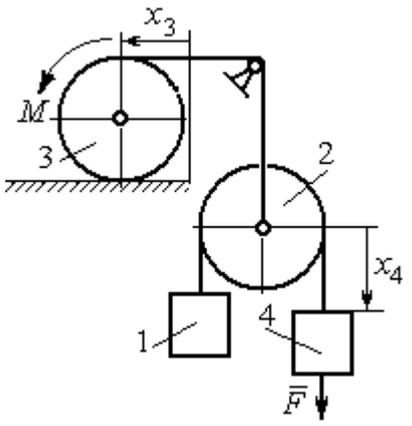
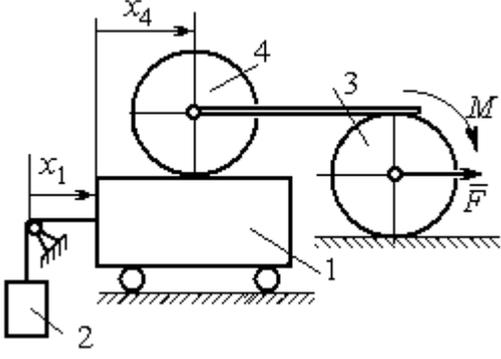
Варианты № 1, 11, 21	Варианты № 2, 12, 22
	
Варианты № 3, 13, 23	Варианты № 4, 14, 24
	
Варианты № 5, 15, 25	Варианты № 6, 16, 26
	

Рис. 6.13. Задание Д8. Исследование движения механической системы с двумя степенями свободы. Номера вариантов задания 1 – 6, 11 – 16, 21 – 26

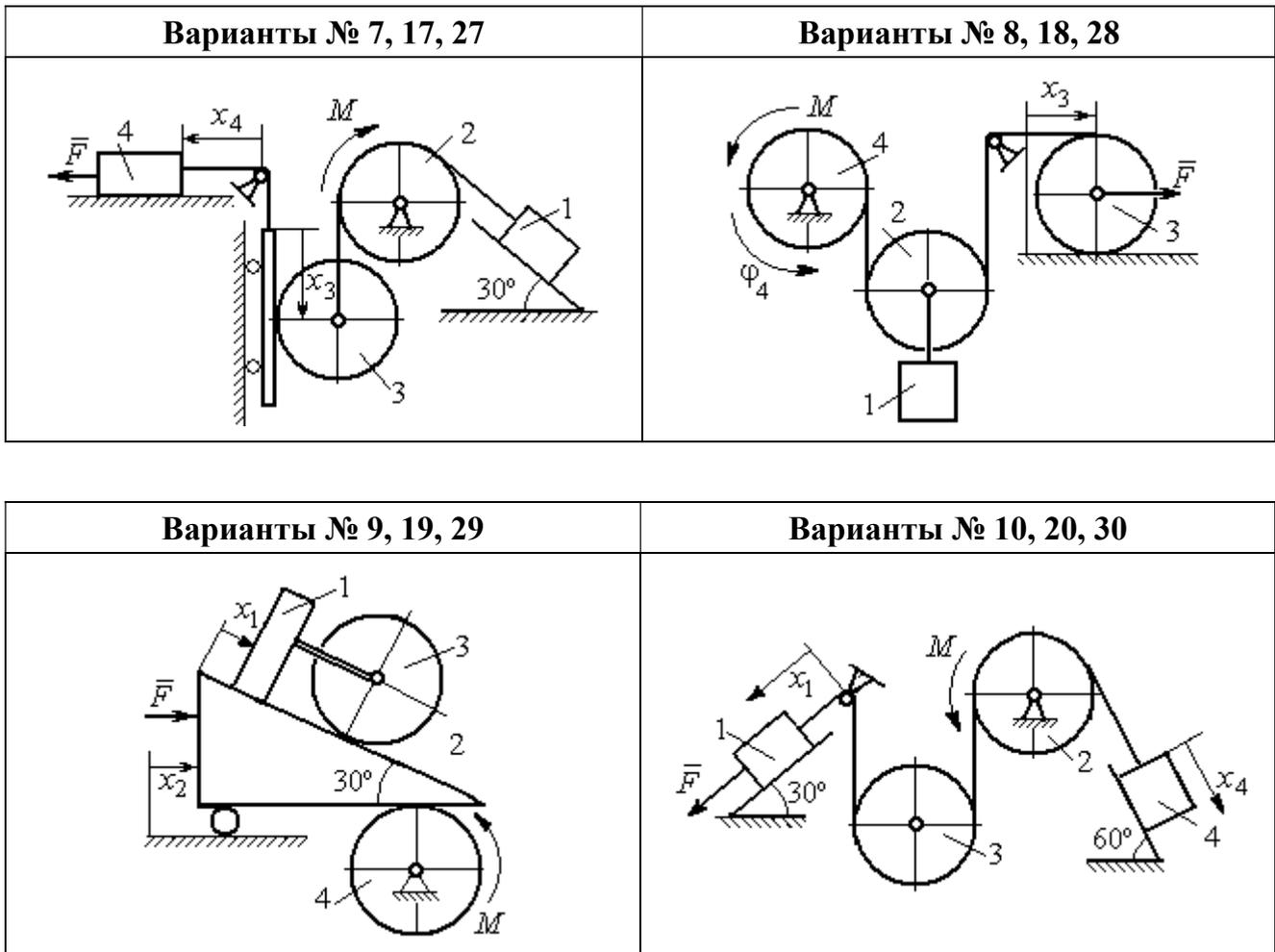


Рис. 6.14. Задание Д8. Исследование движения механической системы с двумя степенями свободы. Номера вариантов задания 7 – 10, 17 – 20, 27 – 30

Таблица 6.3

Исходные данные задания Д8. Исследование движения механической системы с двумя степенями свободы

Номер варианта задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$P_1, Н$	P	$2P$	P	$1,5P$	P	$3P$	P	$1,2P$	$3P$	P	$2P$	P	P	$2P$	P
$P_2, Н$	$3P$	$3P$	$4P$	$3P$	$2P$	P	$2P$	$3P$	P	$2P$	$3P$	$2P$	$3P$	$4P$	$3P$
$P_3, Н$	$2P$	$2P$	$3P$	$2P$	$2P$	$2P$	$3P$	P	$2P$	$3P$	$2P$	$2P$	$2P$	P	$2P$
$P_4, Н$	$2P$	P	P	$2P$	$3P$	$3P$	P	P	$2P$	P	P	P	$2P$	$2P$	$2P$
$R, м$	$2r$	$1,5r$	$2,5r$	$1,2r$	$2r$	r	$1,5r$	r	$2r$	r	$1,5r$	$1,2r$	$2r$	$2r$	$2r$
$F, Н$	P	$2P$	P	$3P$	P	P	$2P$	$4P$	P	$2P$	P	$2P$	$1,5P$	$4P$	$2P$
$M, Н·м$	$2Pr$	$3Pr$	$4Pr$	$3Pr$	$3Pr$	$4Pr$	$2Pr$	$2Pr$	$3Pr$	$2Pr$	$3Pr$	$4Pr$	$3Pr$	$3Pr$	$2Pr$

Номер варианта задания	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
$P_1, \text{Н}$	$4P$	$1,5P$	P	$2P$	P	P	$1,5P$	$1,5P$	$2P$	P	P	$2P$	$1,2P$	$3P$	$1,2P$
$P_2, \text{Н}$	$2P$	$2P$	$2P$	$4P$	$3P$	$4P$	$3P$	$4P$	$3P$	$2P$	$2P$	$1,2P$	$2P$	$3P$	$2P$
$P_3, \text{Н}$	$2P$	$2P$	$3P$	$2P$	$2P$	$3P$	$2P$	$2P$	P	$2P$	$3P$	$2P$	P	P	$3P$
$P_4, \text{Н}$	$1,5P$	$2P$	$3P$	P	$2P$	$2P$	$2P$	P	$2P$	$3P$	P	P	$2P$	P	$2P$
$R, \text{м}$	$1,5r$	r	$1,5r$	$2r$	r	$1,2r$	$2r$	$1,5r$	$2r$	r	$1,5r$	$2r$	r	$1,2r$	$2r$
$F, \text{Н}$	$2P$	$2P$	P	$3P$	$4P$	$2P$	$3P$	$2P$	$3P$	P	$3P$	$1,5P$	$4P$	$2P$	$3P$
$M, \text{Н}\cdot\text{м}$	$3Pr$	$2Pr$	$4Pr$	Pr	$4Pr$	$4Pr$	$2Pr$	Pr	$4Pr$	$2Pr$	$4Pr$	$2Pr$	$2Pr$	$3Pr$	$2Pr$

Пример выполнения задания Д8. Исследование движения механической системы с двумя степенями свободы

Платформа 3 лежит горизонтально на катке 5 и блоке 4 одинакового радиуса R (рис. 6.15). На платформу действует горизонтальная сила \vec{F} . К блоку 4,

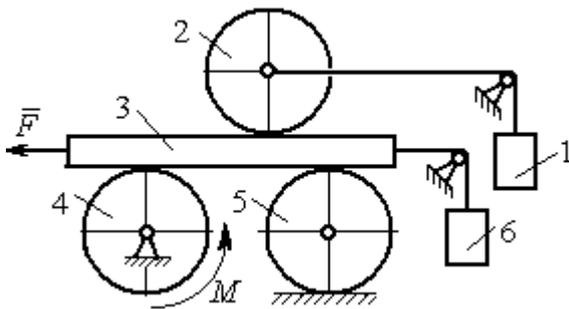


Рис. 6.15. Механическая система с двумя степенями свободы

вращающемуся вокруг неподвижной оси, приложена пара сил с моментом M . Каток 5 катится по горизонтальной поверхности. К краю платформы одним концом прикреплена горизонтальная нить, а к другому концу, переброшенному через невесомый блок, прикреплен груз 6, движущийся вертикально.

На платформе 3 установлен каток 2 радиуса R . К центру катка прикреплена нить, расположенная параллельно платформе и натянутая грузом 1, движущимся вертикально (см. рис. 6.15). Движение системы началось из состояния покоя. Качение тел без проскальзывания. Определить уравнения движения системы в обобщенных координатах, если $R = 2r$, веса тел $P_1 = P_6 = P$, $P_3 = 3P$, $P_4 = P_5 = P_2 = 2P$, $F = P$, $M = 3Pr$.

Решение

Рассматриваемая механическая система, включающая катки 2, 5, платформу 3, блок 4 и грузы 1, 6, имеет две степени свободы, так как перемещение

катка 2 относительно платформы 3 не зависит от перемещения самой платформы. За обобщенные координаты выберем перемещение x_2 центра масс катка 2 относительно края платформы и перемещение x_3 платформы 3 относительно произвольной неподвижной вертикальной плоскости (рис. 6.16). Обобщенные скорости – скорость \dot{x}_2 центра масс катка 2 относительно края платформы и скорость платформы \dot{x}_3 относительно неподвижной вертикали. Уравнения Лагранжа II рода, описывающие движение системы:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{x}_2} \right) - \frac{\partial T}{\partial x_2} = Q_{x_2}, \quad \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{x}_3} \right) - \frac{\partial T}{\partial x_3} = Q_{x_3},$$

где T – кинетическая энергия системы; Q_{x_2} , Q_{x_3} – обобщенные силы, соответствующие указанным обобщенным координатам.

Вычислим кинетическую энергию системы как сумму кинетических энергий тел.

Платформа 3 совершает поступательное движение. Кинетическая энергия плат-

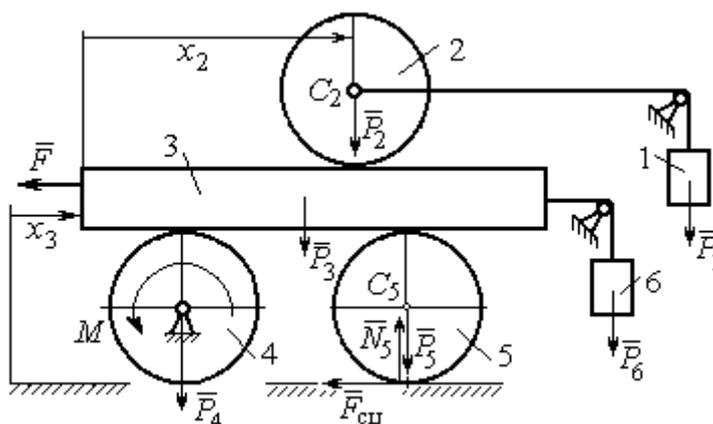


Рис. 6.16. Действующие силы и обобщённые координаты механической системы

формы $T_3 = \frac{P_3}{2g} V_3^2$, где V_3 – скорость платформы, причём, в соответствии с выбором обобщённых координат и скоростей, $V_3 = \dot{x}_3$.

Блок 4 вращается вокруг неподвижной оси. Энергия вращательного движения блока $T_4 = \frac{1}{2} J_4 \omega_4^2$, где J_4 , ω_4 – осевой момент инерции блока 4 и его угловая скорость. Угловая скорость блока 4 $\omega_4 = \frac{V_3}{R_4} = \frac{\dot{x}_3}{2r}$.

Каток 5 совершает плоскопараллельное движение, его кинетическая энергия вычисляется по формуле: $T_5 = \frac{1}{2} \frac{P_5}{g} V_{C_5}^2 + \frac{1}{2} J_5 \omega_5^2$, где J_5 – момент инерции катка относительно оси вращения, проходящей через его центр масс; ω_5 , V_{C_5} – угловая скорость и скорость центра масс катка 5. Для определения скорости центра масс катка 5 заметим, что точка касания катка с платформой имеет скорость, равную скорости платформы, а точка K касания катка с неподвижной горизонтальной поверхностью является его мгновенным центром скоростей. Следовательно, скорость центра катка равна половине скорости платформы: $V_{C_5} = \frac{1}{2} V_3 = \frac{1}{2} \dot{x}_3$. Угловая скорость катка 5 $\omega_5 = \frac{V_3}{2R_5} = \frac{\dot{x}_3}{4r}$ (рис. 6.17, а).

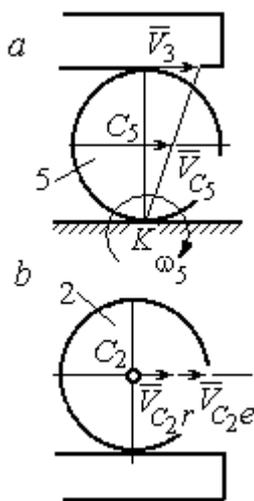


Рис. 6.17. Скорости центров катков 2 и 5

При расчёте кинетической энергии катка 2 необходимо учитывать, что каток совершает сложное движение. Качение катка по поверхности платформы является относительным движением, перемещение его вместе с платформой – переносным. Абсолютная скорость V_{C_2} центра масс катка 2 представляется в виде векторной суммы $\vec{V}_{C_2} = \vec{V}_{C_2r} + \vec{V}_{C_2e}$ (рис. 6.17, б), где \vec{V}_{C_2e} – вектор переносной скорости катка, равный по модулю скорости платформы, $V_{C_2e} = V_3 = \dot{x}_3$; \vec{V}_{C_2r} – вектор относительной скорости центра масс катка, равный по величине скорости центра масс катка 2 относительно края платформы, $V_{C_2r} = \dot{x}_2$. Модуль абсолютной скорости центра масс катка 2 равен сумме $V_{C_2} = V_{C_2r} + V_{C_2e} = \dot{x}_2 + \dot{x}_3$ (рис. 6.17, б).

Угловая скорость переносного движения катка 2 равна нулю, поскольку переносное движение катка – это поступательное движение платформы. В результате угловая скорость катка 2 равна его угловой скорости в относительном

движении: $\omega_2 = \frac{V_{C_2 r}}{R_2} = \frac{\dot{x}_2}{2r}$. Кинетическая энергия катка 2 рассчитывается по

формуле: $T_2 = \frac{1}{2} \frac{P_2}{g} V_{C_2}^2 + \frac{1}{2} J_2 \omega_2^2$, где J_2 – осевой момент инерции катка 2; ω_2 –

угловая скорость катка; V_{C_2} – абсолютная скорость центра масс катка 2.

Движение грузов 1 и 6 поступательное, их кинетические энергии вычисляются по формулам: $T_1 = \frac{P_1}{2g} V_1^2$, $T_6 = \frac{P_6}{2g} V_6^2$. При этом скорость груза 1 равна

абсолютной скорости центра катка 2: $V_1 = V_{C_2} = \dot{x}_2 + \dot{x}_3$, а скорость груза 6 равна

скорости платформы: $V_6 = V_3 = \dot{x}_3$.

Выразим кинетическую энергию системы через обобщённые скорости.

Кинетическая энергия:

$$T = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 + T_6 = \\ = \frac{P_1}{2g} V_1^2 + \frac{1}{2} \frac{P_2}{g} V_{C_2}^2 + \frac{1}{2} J_2 \omega_2^2 + \frac{P_3}{2g} V_3^2 + \frac{1}{2} J_4 \omega_4^2 + \frac{1}{2} \frac{P_5}{g} V_{C_5}^2 + \frac{1}{2} J_5 \omega_5^2 + \frac{P_6}{2g} V_6^2,$$

где значения скоростей: $V_1 = \dot{x}_2 + \dot{x}_3$, $V_{C_2} = \dot{x}_2 + \dot{x}_3$, $\omega_2 = \frac{\dot{x}_2}{2r}$, $V_3 = \dot{x}_3$, $\omega_4 = \frac{\dot{x}_3}{2r}$,

$V_{C_5} = \frac{1}{2} \dot{x}_3$, $\omega_5 = \frac{\dot{x}_3}{4r}$, $V_6 = \dot{x}_3$. Значения осевых моментов инерции катков:

$J_2 = \frac{P_2 R_2^2}{2g} = \frac{4Pr^2}{g}$, $J_4 = \frac{P_4 R_4^2}{2g} = \frac{4Pr^2}{g}$, $J_5 = \frac{P_5 R_5^2}{2g} = \frac{4Pr^2}{g}$. Подставляя значения

скоростей, моментов инерции и данные задачи, получим выражение кинетической энергии системы в виде

$$T = \frac{P}{2g} (\dot{x}_2 + \dot{x}_3)^2 + \frac{1}{2} \cdot \frac{2P}{g} (\dot{x}_2 + \dot{x}_3)^2 + \frac{1}{2} \cdot \frac{4Pr^2}{g} \left(\frac{\dot{x}_2}{2r} \right)^2 + \frac{3P}{2g} \dot{x}_3^2 + \\ + \frac{1}{2} \cdot \frac{4Pr^2}{g} \left(\frac{\dot{x}_3}{2r} \right)^2 + \frac{1}{2} \cdot \frac{2P}{g} \left(\frac{\dot{x}_3}{2} \right)^2 + \frac{1}{2} \cdot \frac{4Pr^2}{g} \left(\frac{\dot{x}_3}{4r} \right)^2 + \frac{P}{2g} \dot{x}_3^2 = \\ = \frac{1}{2} \frac{P}{g} \dot{x}_2^2 + \frac{3P}{2g} (\dot{x}_2 + \dot{x}_3)^2 + \frac{23P}{8g} \dot{x}_3^2 = \frac{2P}{g} \dot{x}_2^2 + \frac{3P}{g} \dot{x}_2 \dot{x}_3 + \frac{35P}{8g} \dot{x}_3^2.$$

При этом возможном перемещении вся система стоит, кроме катка 2, который катится по поверхности неподвижной платформы, и груза 1, который опускается вертикально вниз. Работу совершает только сила тяжести груза 1. Выражая работу в виде $\delta A = P_1 \delta x_2 = P \delta x_2$, найдём обобщённую силу, соответствующую координате x_2 : $Q_{x_2} = P$.

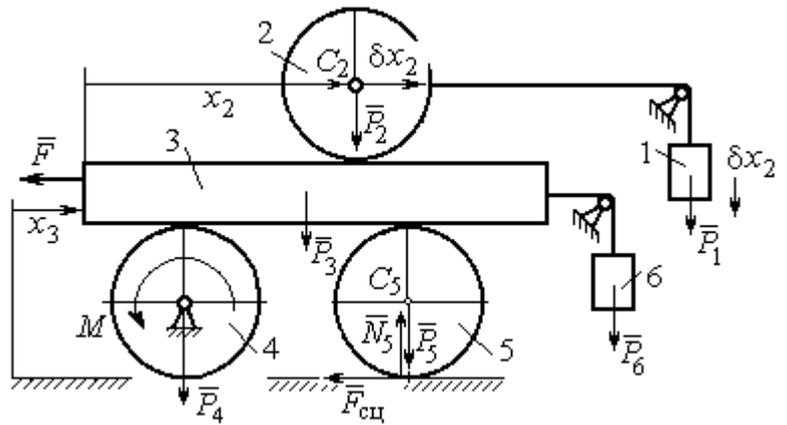


Рис. 6.19. Возможное перемещение системы при вариации обобщённых координат $\delta x_2 > 0$, $\delta x_3 = 0$

Составим уравнения Лагранжа. С этой целью вычислим частные производные от кинетической энергии по обобщенным скоростям \dot{x}_3 и \dot{x}_2 :

$$\frac{\partial T}{\partial \dot{x}_3} = \frac{3P}{g} \dot{x}_2 + \frac{35P}{4g} \dot{x}_3, \quad \frac{\partial T}{\partial \dot{x}_2} = \frac{4P}{g} \dot{x}_2 + \frac{3P}{g} \dot{x}_3$$

и по обобщённым координатам: $\frac{\partial T}{\partial x_3} = 0, \quad \frac{\partial T}{\partial x_4} = 0.$

Определим полные производные по времени от частных производных кинетической энергии по скоростям:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{x}_3} \right) = \frac{3P}{g} \ddot{x}_2 + \frac{35P}{4g} \ddot{x}_3, \quad \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{x}_2} \right) = \frac{4P}{g} \ddot{x}_2 + \frac{3P}{g} \ddot{x}_3.$$

Подставляя результаты расчётов в уравнения Лагранжа с учётом вычисленных значений обобщённых сил, получим систему дифференциальных уравнений, описывающих движение системы в обобщённых координатах:

$$12\ddot{x}_2 + 35\ddot{x}_3 = -2g, \quad 4\ddot{x}_2 + 3\ddot{x}_3 = g.$$

Алгебраическим решением системы служат значения ускорений:

$$\ddot{x}_3 = -\frac{5}{26}g = -0,19g \quad \text{и} \quad \ddot{x}_2 = \frac{41}{104}g = 0,39g.$$

Полученные выражения представляют собой дифференциальные уравнения, проинтегрировав которые дважды с нулевыми начальными условиями (движение началось из состояния покоя), найдём уравнения абсолютного движения платформы и относительного движения центра масс катка 2:

$$x_3 = -0,095gt^2, \quad x_2 = 0,195gt^2.$$

Отрицательное значение координаты x_3 означает, что движение платформы происходит в отрицательном направлении оси x_3 (см. рис. 6.16).

Абсолютное движение центра катка 2 представляется суммой относительного и переносного движений: $x_{C_2} = x_2 + x_3 = 0,1gt^2$.

Уравнение вращательного движения катка 2 находится на основании выражения $\varphi_2 = \frac{1}{R_2}x_2 = \frac{1}{2r}x_2 = 0,097\frac{gt^2}{r}$. Вращение блока 4 описывается уравне-

нием $\varphi_4 = \frac{1}{R_4}x_3 = \frac{1}{2r}x_3 = -0,047\frac{gt^2}{r}$.

Движение катка 5 описывается двумя уравнениями: уравнением движения центра масс катка $x_{C_5} = \frac{1}{2}x_3 = -0,047gt^2$ и уравнением вращательного

движения катка $\varphi_5 = \frac{x_3}{2R_5} = -0,024\frac{gt^2}{r}$.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Бать М. И., Джанелидзе Г. Ю., Кельзон А. С. Теоретическая механика в примерах и задачах. Т. 1–2.– СПб.: Лань, 2010.

Бутенин Н. В., Луиц Я. Л., Меркин Д. Р. Курс теоретической механики: в 2-х томах.– М.: Наука, 2009.

Вебер Г. Э., Ляцев С. А. Лекции по теоретической механике. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2008.

Тарг С. М. Краткий курс теоретической механики: учебн. для вузов. – М.: Высшая школа, 2010.

Учебное издание

Евгений Борисович Волков
Юрий Михайлович Казаков

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

сборник заданий для расчетно-графических работ

Учебно-методическое пособие
для самостоятельной работы студентов

Редактор *Л.В. Устьянцева*

Подписано в печать

Бумага писчая. Формат бумаги 60×84 1/16.
Гарнитура Times New Roman. Печать на ризографе.
Печ. л. 9,75 Уч. изд. л. 6,5 Тираж экз. Заказ №

Издательство УГГУ

620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
Уральский государственный горный университет.

Отпечатано с оригинал-макета
в лаборатории множительной техники УГГУ

4. ДИНАМИКА ТОЧКИ.....	73
4.1. Дифференциальные уравнения движения точки.....	73
4.2. Задание Д1. Интегрирование дифференциальных уравнений движения точки....	73
4.3. Колебания материальной точки	80
4.4. Задание Д2. Исследование колебаний точки	84
4.5. Теорема об изменении кинетической энергии точки.....	95
4.6. Задание Д3. Исследование движения точки с применением теоремы об изменении кинетической энергии	96
5. ДИНАМИКА МЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ.....	103
5.1. Описание движений твёрдых тел на основе общих теорем динамики системы. 103	
5.2. Задание Д4. Динамический расчет механической системы	104
5.3. Теорема об изменении кинетической энергии системы.	112
5.4. Задание Д5. Исследование движения механической системы с применением теоремы об изменении кинетической энергии	114
6. АНАЛИТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА	124
6.1. Принципы механики. Общее уравнение динамики.....	124
6.2. Задание Д6. Исследование механической системы с применением общего уравнения динамики	126
6.3. Уравнения Лагранжа II рода	136
6.4. Задание Д7. Исследование механической системы с одной степенью свободы с применением уравнений Лагранжа	137
6.5. Задание Д8. Исследование механической системы с двумя степенями свободы	145
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	155

Министерство образования и науки РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный университет»



А. Г. Петрушин, Н. Н. Лещуков

РАЗРУШЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД

*Учебно-методическое пособие по выполнению контрольной
работы по дисциплине
«Разрушение горных пород»
для студентов специальности 21.05.04 «Горное дело»*

Екатеринбург – 2019

Министерство образования и науки РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО

Методической комиссией горно-
технологического факультета

«_____» _____ 2019 г.

Председатель комиссии

_____ ст.преп. Н. В. Колчина

А. Г. Петрушин, Н. Н. Лещуков

РАЗРУШЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД

*Учебно-методическое пособие по выполнению контрольной работы по
дисциплине*

*«Разрушение горных пород»
для студентов специальности 21.05.04 «Горное дело»*

*Рецензенты: Лель Ю. И., зав. кафедрой РМОС УГГУ, профессор,
д-р техн. наук.*

Печатается по решению Редакционно-издательского совета
Уральского государственного горного университета

Разрушение горных пород: Учебно-методическое пособие по выполнению контрольной работы по дисциплине «Разрушение горных пород» для студентов специальности 21.05.04 «Горное дело» / А. Г. Петрушин, Н. Н. Лещуков; Урал. гос. горный ун-т. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2019. – 42 с.

Пособие предназначено для выполнения контрольной работы студентов всех специализаций специальности 21.05.04 «Горное дело» по курсу «Разрушение горных пород».

© Уральский государственный
горный университет, 2019
© Петрушин А.Г., Лещуков Н.Н.,

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ	6
1.1. Общие положения	6
1.2. Определение параметров буровзрывных работ	6
1.2.1. Выбор взрывчатых материалов.....	6
1.2.2. Выбор типа вруба и глубины шпуров	11
1.2.3. Выбор конструкции и параметров врубов.....	12
1.2.3.1. Вертикальный клиновой вруб.....	12
1.2.3.2. Прямые врубы.....	14
1.2.4. Определение удельного заряда ВВ.....	18
1.2.5. Выбор диаметра шпура.....	20
1.2.6. Определение количества шпуров	20
1.2.7. Определение расхода взрывчатых материалов.....	22
2. РАСЧЕТ ЭЛЕКТРОВЗРЫВНОЙ СЕТИ	24
3. ВЫБОР БУРОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ.....	27
4. СОСТАВЛЕНИЕ ПАСПОРТА БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ	30
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	31
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	32
Приложение 1. Образец оформления обложки отчёта	31
Приложение 2. Пример паспорта БВР на проведение выработки	32
Приложение 3. Задания по расчёту параметров и составлению паспорта БВР на проведение выработки	35
Приложение 4. Формы поперечного сечения горизонтальных выработок.....	39

ВВЕДЕНИЕ

Проведение горных выработок буровзрывным способом осуществляется по паспортам буровзрывных работ (БВР). Паспорта утверждаются руководителем того предприятия, которое ведёт взрывные работы. С паспортом БВР ознакомляется весь персонал, осуществляющий буровзрывные работы в данной выработке.

Паспорт составляется для каждого забоя выработки на основании расчетов и утверждается с учётом результатов не менее трёх опытных взрываний. По разрешению руководителя предприятия (шахты, рудника) допускается вместо опытных взрываний использовать результаты взрывов, проведённых в аналогичных условиях.

Расчёт, необходимый для составления паспорта, сводится к выбору и определению основных параметров буровзрывных работ для проведения выработки. К основным параметрам относятся: тип взрывчатого вещества (ВВ) и средства инициирования (СИ), диаметр и глубина шпуров, тип вруба, удельный заряд ВВ, количество шпуров и конструкции зарядов, расход взрывчатых материалов.

Отчёт по контрольной работе оформляется на листах стандартного формата А4 (210 мм х 297 мм). Обложка отчёта выполняется в соответствии с образцом, приведённым в Приложении 1.

На первой странице отчёта приводится его содержание с указанием страниц, далее – содержание задания по следующей форме (для примера взято задание № 1 настоящего пособия – Приложение 3):

Задание № 1

Выполнить расчёт и составить паспорт буровзрывных работ для проведения выработки при следующих данных:

- наименование выработки: квершлаг однопутный;
- форма поперечного сечения выработки – сводчатая;
- размеры выработки (высота и ширина) – 3,4х3,3 м;
- площадь сечения вчерне – 10,5 м²;
- коэффициент крепости пород по шкале проф. М. М. Протодяконова $f = 15$;
- категория пород – I;
- обводнённость – с;
- категория шахты по газу или пыли и наличие метана в выработке – не опасная.

После выполнения и оформления расчётной части отчёта приводится паспорт БВР, в котором указываются: характеристика выработки; характеристика пород; исходные данные; схема расположения шпуров в трёх проекциях; кон-

струкция вруба; конструкции зарядов во врубовых, вспомогательных (отбойных) и оконтуривающих шпурах; основные показатели взрывных работ; меры безопасности. Пример заполнения паспорта приведён в Приложении 2.

Студенты, обучающиеся по заочной форме и работающие на горном предприятии, в качестве исходных данных для выполнения настоящей работы (характеристики выработки и пород) могут по согласованию с преподавателем взять фактические исходные данные предприятия. Выполнив расчёты и составив паспорт в соответствии с рекомендациями пособия, студент приводит в отчёте также фактически действующий паспорт по принятой выработке и даёт краткий анализ расчётного и фактически действующего паспортов БВР.

1. РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ

1.1. Общие положения

Буровзрывной комплекс работ занимает от 30 до 60 % общего времени проходческого цикла в зависимости от горнотехнических условий.

При проведении горных выработок буровзрывные работы должны обеспечить заданные размеры и форму поперечного сечения выработки, точное оконтуривание её профиля, качественное дробление породы и сосредоточенное размещение её в забое, нормативную величину коэффициента излишка сечения (КИС), высокий коэффициент использования шпуров (КИШ).

Эти требования соблюдаются при условии правильного выбора параметров буровзрывных работ: типа ВВ, типа и параметров вруба, величины и конструкции заряда в шпуре, диаметра и глубины шпуров, числа и расположения их в забое, способа и очередности взрывания зарядов, типа бурового оборудования, качества буровых работ, организации проходческих работ и т. д.

1.2. Определение параметров буровзрывных работ

1.2.1. Выбор взрывчатых материалов

При выборе взрывчатых материалов (ВМ) руководствуются требованиями безопасного производства взрывных работ, регламентированных «Едиными правилами безопасности при взрывных работах» (ЕПБ) [1] с учетом физико-механических свойств горных пород и горнотехнических условий.

Рекомендуемые взрывчатые вещества (ВВ) [2] в зависимости от условий работ, обводнённости и крепости пород, способа заряжания представлены в табл. 1.1.

В шахтах, не опасных по газу или пыли, при проведении горизонтальных выработок допускается применение электрического взрывания и систем неэлектрического взрывания с низкоэнергетическими волноводами.

Таблица 1.1

Рекомендуемые ВВ

Условия взрывных работ	Условия размещения зарядов	Коэффициент крепости пород f	Тип ВВ	Способ заряжания
Выработки, не опасные по взрыву газа или пыли	Сухие шпуры	до 12	Гранулит М Граммонит 79/21 Гранулит АС-4В Гранулит-игданит	Механизированный
			Аммонит № 6ЖВ	Ручной
		более 12	Гранулит АС-8В	Механизированный
			Аммонал М-10 Детонит М Аммонал скальный № 1	Ручной
	Обводнённые шпуры	до 12	Аммонит № 6ЖВ	Ручной
		более 12	Аммонал М-10 Детонит М Аммонал скальный № 1	
Выработки, опасные по взрыву газа и пыли	Сухие и обводнённые шпуры	Для взрывания по породе	Аммонит АП-5ЖВ	Ручной
		Для взрывания по углю с учетом степени опасности	IV кл. Аммонит Т-19 Аммонит ПЖВ-20 V кл. Угленит Э-6 VI кл. Угленит 12ЦБ	
	Для водораспыления	Открытый заряд	Ионит	

На угольных шахтах, опасных по газу или пыли, разрешается только взрывание с применением электродетонаторов. При полном отсутствии в забоях проходимых выработок метана или угольной пыли, допускается применение непридохранительных ВВ II класса и электродетонаторов мгновенного, короткозамедленного и замедленного действия со временем замедления до 2 с без ограничения количества приёмов и пропускаемых серий замедлений.

Основные характеристики ВВ, применяемых при проходке подземных горных выработок, приведены в табл. 1.2.

Таблица 1.2

Характеристики ВВ

Наименование ВВ	Идеальная работа взрыва, кДж/кг	Плотность в патронах или насыпная, кг/м ³	Удельная объемная энергия взрыва при средней плотности, кДж/кг	Коэффициент взрывной эффективности при плотности ВВ 1000 кг/м ³	Расстояние передачи детонации между патронами, см		Диаметр патронов, мм	Масса патрона, кг	Длина патрона, мм
					Сухие	После выдержки в воде			
Аммонит № 6ЖВ	3561	1000-1100	3917	1,0	5-9	3-6	32 36	0,2 0,25	250 250
Аммонал М-10	4410	950-1100	4520	1,15	4	3	32	0,2	250
Детонит М	4316	1000-1200	4963	1,27	8-18	5-15	32 36	0,2 0,25	250 250
Аммонал скальный № 1	4420	1000-1100	4641	1,18	8-14	5-10	32 36	0,2 0,25	250 250
Аммонит АП-5ЖВ	2991	1000-1150	3215	0,82	5-10	2-7	36	0,3	250
Аммонит Т-19	2564	1000-1200	2820	0,72	7-12	4-8	36	0,3	240
Угленит Э-6	1946	1100-1250	2289	0,58	5-12	3-10	36	0,3	240
Угленит 12 ЦБ	1770	1200-1350	2256	0,58	4	2	36	0,3	240
Ионит	1482	1000-1200	1704	0,44	–	–	36	0,3	240
Гранулит М	3163	780-820 (1000-1150)*	3384	0,86					
Гранулит АС-4В	3645	800-850 (1100-1200)*	4192	1,07					
Гранулит АС-8В	3997	800-850 (1100-1200)*	4597	1,17					
Гранулит-игданит	3150	800-850 (1100-1200)*	3760	0,85					

* Плотность при механизированном зарядании

Технические характеристики электродетонаторов, применяемых при проведении горных выработок, приведены в табл. 1.3. Все электродетонаторы являются водоустойчивыми.

Таблица 1.3

Электродетонаторы для шахт и рудников

Тип электродетонаторов	Кол-во серий	Интервалы замедления, мс (с)	Безопасный ток, А	Гарантийный ток, А	Сопротивление, Ом	Примечание
ЭД-8Ж(Э)	1	0	0,2	1,0	1,8-3,6	Электродетонаторы непригодные для нормальной чувствительности
ЭД-3-Н	36	20, 40, 60, 80, 100, 125, 150, 175, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1250, 1500, 1750, 2000, 2500, 3000, 3500, 4000, 4500 мс 5,6,7,8,9,10 с				
ЭД-1-8-Т	1	0	1,0	5,0	0,5-0,75	Электродетонаторы непригодные для пониженной чувствительности к блуждающим токам
ЭД-3-Т	36	20, 40, 60, 80, 100, 125, 150, 175, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1250, 1500, 1750, 2000, 2500, 3000, 3500, 4000, 4500 мс 5,6,7,8,9,10 с				
ЭДКЗ-ОП	1	0	0,2	1,0	1,8-3,6	Электродетонаторы предохранительные нормальной чувствительности
ЭДКЗ-П	5	25, 50, 75, 100, 125 мс	0,2	1,0	1,8-3,6	
ЭДКЗ-ПМ	7	15, 30, 45, 60, 80, 100, 120 мс	0,2	1,0	1,8-3,6	
ЭД-КЗ-ПКМ	9	4, 20, 60, 80, 100, 125, 150, 175, 200 мс	0,2	1,0	1,8-3,6	

Детонирующие шнуры ДША, ДШВ и ДШЭ-12 и др. применяют при необходимости одновременного взрывания врубовых, нижних подошвенных шпуров, а также в рассредоточенных зарядах с целью передачи детонации всем частям шпурового заряда.

В последние годы на подземных взрывных работах получил широкое распространение новый способ инициирования зарядов ВВ – система неэлектрического взрывания различных модификаций: Нонель (Швеция), СИНВ, Эдилин (Россия) и др.

В табл. 1.4 представлены характеристики систем СИНВ и ДБИ для взрывных работ в рудниках и угольных шахтах, где допущено применение непередохранительных взрывчатых веществ II класса.

Устройства СИНВ-Ш и ДБИЗ служат для трансляции инициирующего сигнала и инициирования боевиков шпуровых зарядов с заданной временной задержкой. В боевике каждого шпурового заряда размещается КД устройства СИНВ-Ш или ДБИЗ заданного интервала замедления.

Таблица 1.4

Характеристики систем неэлектрического инициирования

Устройство	Интервал замедления, мс	Назначение
СИНВ-Ш	0, 25, 42, 55, 67, 109, 125, 150, 176, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000, 9000, 10000	Изготовление патронов-боевиков
ДБИЗ	0, 17, 25, 42, 55, 67, 109, 125, 150, 176, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000, 9000, 10000	

Примечание. Интервалы замедлений приведены при длине ударно-волновой трубки (УВТ) 1 м. Добавление каждого метра длины УВТ увеличивает время замедления на 0,5 мс.

УВТ, выходящие из шпуров, инициируются одновременно от устройств СИНВ-П мгновенного действия (СИНВ-П-0), смонтированных в единую сеть. Длина УВТ стартового устройства (магистральной части сети) выбирается из условия безопасного подрыва и может составлять несколько сот метров.

При проходке подземных выработок обычно применяется следующая схема: УВТ, выходящие из шпуров, собираются в связки (пучки), которые соединяются в единую сеть детонирующим шнуром. Детонирующий шнур обвязывается вокруг связки двойной петлёй. Количество УВТ в одной связке не должно превышать 15 шт. Инициирование сети из детонирующего шнура производится электродетонатором или электрозажигательной трубкой.

1.2.2. Выбор типа вруба и глубины шпуров

Расположение шпуров в забое, величина заходки и показатели взрыва во многом определяются типом вруба. Врубы по характеру действия делятся на две группы:

- врубы с наклонными к оси выработки шпурами – наклонные врубы;
- врубы с параллельными к оси выработки шпурами – прямые врубы.

Тип вруба и глубину шпуров с учетом горнотехнических условий следует принимать по данным табл. 1.5.

Таблица 1.5

Тип вруба и глубина шпуров

Тип буровой техники	Сечение выработки, м ²	
	менее 6	более 6
Переносные перфораторы, ручные электросвёрла и пневмосвёрла	Прямые врубы при глубине шпуров более 1,5 м	Наклонные врубы при глубине шпуров не более (0,35–0,5) ширины выработки; прямые врубы при глубине шпуров до 2–2,5 м
Установки механизированного бурения	–	Прямые врубы с максимальной возможной глубиной по технической характеристике машины

Из наклонных врубов наибольшее распространение имеет вертикальный клиновой вруб. Другие врубы с наклонными шпурами (пирамидальный, горизонтальный клиновой и его разновидности, веерный и т. д.) не получили достаточно широкого распространения из-за сложности обуривания и узкой рекомендуемой области применения (забои, проводимые по пласту угля при малой его мощности, при наличии слабых прослоек пород по забою, при ярко выраженном контакте слабых пород с более крепкими вмещающими породами и т. д.).

Высокая эффективность врубов с наклонными шпурами и преимущества их по сравнению с прямыми врубами достигаются только при ограниченной глубине шпуров и определенном сечении выработки. При проходке выработок в крепких породах ($f > 12$) с применением вертикального клинового вруба длина заходки не превышает обычно 0,35 ширины выработки (B) из-за технической невозможности бурения врубовых шпуров под углом наклона, обеспечивающим эффективную работу вруба. При глубине шпуров более 0,5 B , применении буровых кареток, а также в выработках малого сечения (менее 6 м²) наиболее эффективны прямые врубы, глубина которых ограничивается точностью бурения в зависимости от типа буровой техники.

При глубине шпуров, принятой по рекомендациям табл. 1.5, проектную величину КИШ следует принимать равной 0,85–0,95 с учётом крепости горных пород.

1.2.3. Выбор конструкции и параметров врубов

1.2.3.1. Вертикальный клиновой вруб

При ограниченной глубине шпуров (1,2–2,0 м) наибольшее распространение имеет вертикальный клиновой вруб. Параметры вертикального клинового вруба в зависимости от крепости пород применительно к аммониту № 6ЖВ в патронах диаметром 32 мм в шпурах диаметром 42 мм ориентировочно по данным практики можно принять по данным табл. 1.6.

Таблица 1.6

Параметры вертикального клинового вруба

Группа крепости пород по СНиП	Коэффициент крепости пород f	Расстояние по вертикали между парами шпуров, мм	Количество шпуров во врубе при сечении выработки (м ²)		Угол наклона шпуров к плоскости забоя α , град.
			до 12	более 12	
IV-V	1-6	500	4	4-6	75-70
VI	6-8	450	4-6	6-8	68
VII	8-10	400	6-8	8-10	65
VIII	10-13	350	8-10	10-12	63
IX	13-16	300	10-12	12-14	60
X	16-18	300	10-12	12-14	58
XI	20	250	10-12	12-14	55

При применении другого типа ВВ и изменении диаметра шпуров расстояние между парами врубовых шпуров определяется с учётом поправочного коэффициента по формуле:

$$k = 1,25 \sqrt{e} \cdot d_3/d, \quad (1.1)$$

где e – коэффициент взрывной эффективности (см. табл. 1.2),

d_3 – диаметр заряда,

d – диаметр заряжаемой полости (шпура или скважины).

С увеличением коэффициента крепости пород (см. табл. 1.6) угол наклона врубовых шпуров к плоскости забоя уменьшается. Поэтому предельную глубину вертикального клинового вруба (рис. 1.1) при бурении шпуров ручными перфораторами в зависимости от коэффициента крепости пород и ширины выработки рекомендуется принимать по табл. 1.7 или по формуле:

$$h_{вр} = 0,25B \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} - 0,3, \quad (1.2)$$

где B – ширина выработки, м

α – угол наклона шпуров к плоскости забоя, град. (см. рис. 1.1).

Предельная глубина вертикального клинового вруба $h_{вр}$, м

Ширина выработки, м	Коэффициент крепости пород f						
	2-5	6-7	8-9	10-12	13-15	16-17	18-20
2,0	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7
2,5	1,7	1,6	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0
3,0	2,1	1,9	1,7	1,6	1,4	1,3	1,2
3,5	2,4	2,2	1,9	1,7	1,6	1,5	1,4
4,0	2,8	2,6	2,2	2,1	1,9	1,8	1,7
4,5	3,2	2,9	2,5	2,4	2,3	2,0	1,9
5,0	3,5	3,1	2,9	2,7	2,4	2,2	2,1

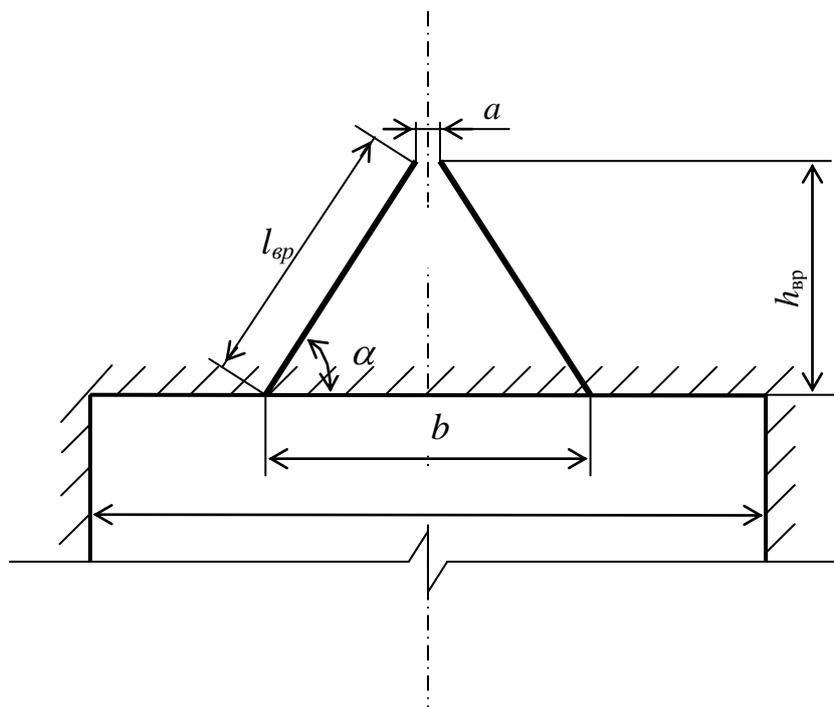


Рис. 1.1. Схема вертикального клинового вруба

Глубину врубовых шпуров следует принимать на 0,1-0,2 м больше длины вспомогательных и оконтуривающих шпуров:

$$h_{вр} = h_{шп} + (0,1 \div 0,2), \quad (1.3)$$

где $h_{шп}$ – глубина (длина) вспомогательных и оконтуривающих шпуров, м.

Длину шпуров клинового вруба определяют с учетом угла их наклона:

$$l_{вр} = h_{вр} / \sin \alpha, \quad (1.4)$$

где α – угол наклона шпуров к плоскости забоя, град.

Расстояние между устьями в паре шпуров клинового вруба определяют по зависимости:

$$b = 2 h_{вр} / \operatorname{tg} \alpha + a, \quad (1.5)$$

где a – расстояние между забоями пары сходящихся шпуров клинового вруба, м (в зависимости от коэффициента крепости пород $a = 0,15-0,2$ м).

После расчета основных параметров вруба следует проверить графическим способом техническую возможность обурирования вертикального клинового вруба с учетом принятого бурового оборудования. С этой целью в масштабе 1:20 – 1:50 вычерчивается план забоя (вид сверху) с наложением пары врубовых шпуров и обязательного соблюдения принятого угла наклона шпуров α .

Если ширина выработки не позволяет с учётом габаритов бурильной машины (см. рис. 1.1) обурить рассчитанный вруб, то следует уменьшить глубину врубовых шпуров или принять другой тип вруба. При применении бурильных установок стрела автоподатчика должна свободно размещаться при заданном угле наклона врубовых шпуров между точкой забуривания врубового шпура и стенкой выработки. При бурении переносными перфораторами или ручными электросвёрлами врубовые шпуры могут буриться в 2-3 приёма комплектом штанг различной длины (например: 0,5 м; 1,2 м; 2,0 м).

1.2.3.2. Прямые врубы

Из прямых врубов (рис. 1.2) наиболее широкое распространение получили следующие конструкции: призматический симметричный a ; щелевой b ; спиральный c и двойной спиральный d .

Прямые врубы представляют собой комбинацию параллельных заряженных шпуров, взрыв которых работает на компенсационную полость, создаваемую холостым шпуром (системой холостых шпуров) или скважиной. Взрыв последующих шпуров расширяет врубовую полость до размеров, достаточных для последующей отбойки вспомогательными (отбойными) шпурами с постоянной, предельной для конкретных горнотехнических условий линией сопротивления.

Параметры прямых врубов принимаются в зависимости от конструкции вруба, крепости пород, диаметра компенсационной полости (шпура или скважины, их количества). Наиболее ответственными являются первый шпур или серия шпуров, взрываемых на компенсационную полость. Поэтому для повышения эффективности взрыва целесообразно в качестве компенсационной полости использовать шпур увеличенного диаметра, систему холостых шпуров или скважину.

Расстояние между компенсационной полостью и первым взрываемым шпуром или серией шпуров (пробивное расстояние W_1) рекомендуется принимать для шпуров диаметром 42 мм при использовании аммонита № 6 ЖВ в патронах диаметром 32 мм по табл. 1.8.

При применении другого типа ВВ или другой конструкции заряда пробивное расстояние W_1 , определенное по табл. 1.7, умножается на поправочный коэффициент, рассчитанный по формуле (1.1).

Пробивные расстояния W_1 учитывают возможное отклонение шпуров от заданного направления. С увеличением глубины шпуров растет их отклонение, поэтому при глубине шпуров до 2,5 м достаточно принимать диаметр первона-

чальной компенсационной полости не более 50-60 мм; при шпурах глубиной до 3 м – 70-105 мм и при шпурах до 4 м – 105-125 мм, что позволит сохранить КИШ в пределах 0,85-0,9.

Пробивные расстояния для шпуров, взрывааемых вторыми и последующими во врубе (W_1, W_2, W_3 и т. д.), принимаются равными 0,8 от ширины (наибольшего размера) ранее образованной врубовой полости.

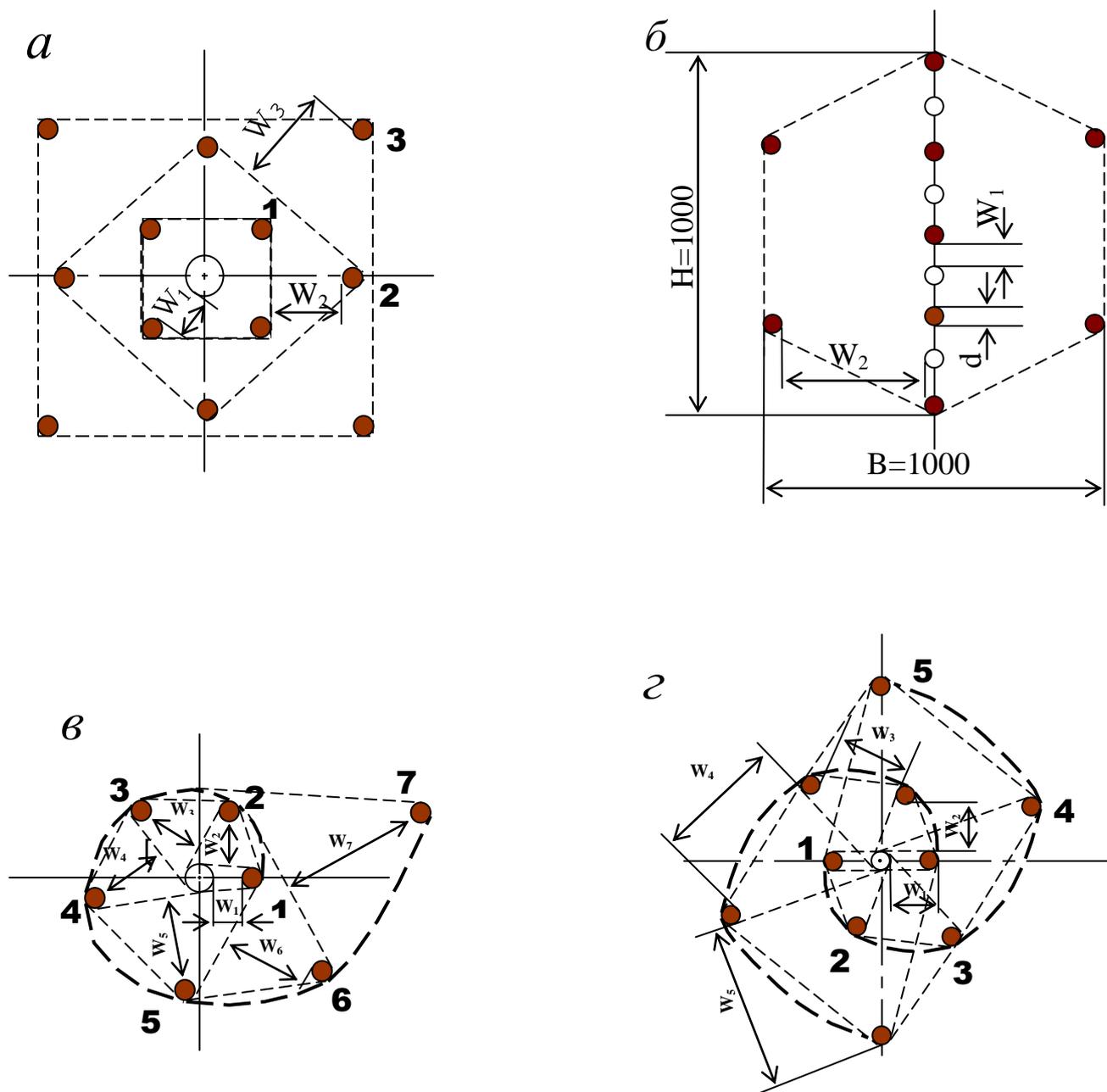


Рис. 1.2. Конструкции прямых врубов:
a – призматический симметричный; *б* – щелевой; *в* – спиральный;
г – двойной спиральный

Пробивные расстояния W_1 , мм

Диаметр холостого шпура или скважины D_x , мм	Коэффициент крепости пород f						
	2-5	6-7	8-9	10-12	13-15	16-17	18-20
42	115	100	90	80	60	60	55
51	125	110	100	90	80	70	65
56	150	130	110	95	90	85	75
75	170	150	130	105	100	95	85
105	190	170	150	120	110	105	95
125	230	200	170	140	120	110	100

Например, пробивное расстояние для шпуров спирального вруба, взрывааемых вторыми, т. е. на обнаженную поверхность, образованную взрывом первого шпура, определяют по данным табл. 1.9 или по зависимости, мм:

$$W_2 = 0,8 \cdot (W_1 + D_x + d), \quad (1.6)$$

где W_1 – пробивное расстояние для первого шпура (см. табл. 1.7);

D_x – диаметр компенсационной полости (холостого шпура или скважины);

d – диаметр заряженных шпуров.

Пробивные расстояния (W_2 , W_3 и т. д.) для любого типа вруба могут быть определены графически путем последовательного построения расширяющейся врубовой полости (см. рис. 1.2) в масштабе 1:5.

Таблица 1.9

Пробивные расстояния W_2 , мм

Диаметр холостого шпура или скважины D_x , мм	Коэффициент крепости пород f						
	2-5	6-7	8-9	10-12	13-15	16-17	18-20
42	170	150	140	130	120	115	110
51	180	160	150	140	130	120	115
56	210	180	170	160	150	140	130
75	260	210	200	185	170	150	140
105	300	260	240	215	200	185	175
125	340	300	270	250	230	220	215

Расчёты и построения выполняются до тех пор, пока не образуется врубовая полость размером в пределах от 0,9×0,9 до 1,2×1,2 м. Такой размер врубовой полости является достаточным и позволяет в дальнейшем производить отбойку породы вспомогательными и оконтуривающими шпурами уже с постоянной линией наименьшего сопротивления, которая соответствует предельному пробивному расстоянию шпурового заряда при взрывании его на неограниченную свободную поверхность.

Предельные пробивные расстояния для вспомогательных и оконтуривающих шпуров при их диаметре 42 мм, заряженных аммонитом № 6ЖВ в патронах диаметром 32 мм, приведены в табл. 1.10.

Таблица 1.10

**Предельные пробивные расстояния
для вспомогательных и оконтуривающих шпуров, мм**

Диаметр шпуров, мм	Коэффициент крепости пород f						
	2-5	6-7	8-9	10-12	13-15	16-17	18-20
42	1000-900	800	700	650	600	550	500

Опыт работы и расчёты показывают, что для образования врубовой полости сечением 0,8-1,4 м² необходимо принять 8-12 шпуров в зависимости от диаметра компенсационной полости и коэффициента крепости пород.

При применении щелевого вруба пробивное расстояние между заряжаемыми и холостыми шпурами принимается по данным табл. 1.8. Количество заряжаемых N_z и холостых N_x шпуров в щелевом врубе при их одинаковом диаметре определяют по формулам:

$$N_z = \frac{H}{2(W_1 + d)} + 1, \quad (1.7)$$

$$N_x = \frac{H}{2(W_1 + d)}, \quad (1.8)$$

где H – высота вруба, мм;

W_1 – пробивное расстояние, мм;

d – диаметр шпуров, мм.

Щелевой вруб (рис. 1.2, б) высотой 1000 мм с последующим расширением полости четырьмя шпурами дает высокие показатели в породах любой крепости и в выработках любого сечения. Пробивное расстояние W_2 для шпуров, взрывааемых во вторую очередь, принимается равным 500 мм, а расстояние между шпурами по вертикали 700–800 мм в породах любой крепости.

Могут быть приняты другие конструкции прямых врубов, но принцип расчета их параметров будет аналогичен.

После расчета параметров принятого прямого вруба (пробивных расстояний и числа шпуров во врубе) определяется площадь вруба по забою выработки, что необходимо для определения количества остальных шпуров.

Глубина (длина) холостых и заряжаемых шпуров прямого вруба должна приниматься больше на 10 % по сравнению с глубиной вспомогательных и оконтуривающих шпуров.

При ведении взрывных работ на угольных шахтах, опасных по газу или пыли, при определении расстояний между смежными шпурами следует придерживаться дополнительных требований ЕПБ.

Расстояние от заряда ВВ до ближайшей поверхности должно быть не менее 0,5 м по углю и не менее 0,3 м по породе, в том числе и при взрывании зарядов в породном негабарите. В случае применения ВВ VI класса при взрывании по углю это расстояние допускается уменьшать до 0,3 м.

Минимально допустимые расстояния между смежными (взрываемыми последовательно) шпуровыми зарядами должны соответствовать данным табл. 1.11.

В породах с $f > 10$ расстояние между смежными шпуровыми зарядами должно определяться нормативами, разработанными по согласованию с организацией-экспертом по безопасности работ.

Поскольку при применении прямых врубов с незаряжаемыми шпурами (см. рис. 1.2) данные требования, как правило, невыполнимы, то в угольных шахтах, опасных по газу или пыли, применяются прямые врубы, работающие по принципу воронкообразования.

Таблица 1.11

Минимально допустимые расстояния между смежными шпуровыми зарядами

Условия взрывания	Класса ВВ			
	II	III-IV	V	VI
По углю	0,6	0,6	0,5	0,4
По породе:				
при $f < 7$	0,5	0,45	0,3	0,25
при $f > 10$	0,4	0,3	–	–

В породах с коэффициентом крепости $f < 6$ обычно применяется прямой призматический вруб из 4–6 шпуров, которые располагаются по контуру окружности или периметру прямоугольника и взрываются одновременно в один приём. Расстояние между врубовыми шпурами следует принимать в соответствии с рекомендациями табл. 1.11. При проведении выработок в более крепких породах целесообразно использовать двойной призматический вруб из 6–8 шпуров с соблюдением тех же требований, которые взрываются короткозамедленно и последовательно в два приёма.

1.2.4. Определение удельного заряда ВВ

Величина удельного заряда ВВ, т. е. количество ВВ, необходимое для заряжания в шпуры единицы объёма обуренного массива (с учетом эффективного разрушения), зависит от крепости пород, сечения выработки, типа ВВ и условий взрывания (наличия обнажённой поверхности, структуры породы, плотности ВВ при заряжании, типа вруба).

Удельный заряд **при врубах с наклонными шпурами** рекомендуется определять по видоизменённой формуле Н. М. Покровского:

$$q = 0,1 \cdot f \cdot f_1 \cdot v / e, \quad (1.9)$$

где q – удельный заряд ВВ, кг/м³;

f – коэффициент крепости по М. М. Протоdjяконову. В породах с $f > 16$ в формуле (1.9) принимать 0,08 вместо 0,1;

f_1 – коэффициент структуры породы;

ν – коэффициент зажима породы, зависящий от площади поперечного сечения выработки и количества обнажённых поверхностей;

e – коэффициент взрывной эффективности заряда ВВ.

Коэффициент относительной эффективности заряда ВВ определяется из выражения

$$e = \frac{Q_{\text{ид}} \cdot \rho}{Q_{\text{ид.э}} \cdot \rho_э}, \quad (1.10)$$

где $Q_{\text{ид}}$, $Q_{\text{ид.э}}$ – идеальная работа взрыва принятого и эталонного ВВ, кДж/кг;

ρ , $\rho_э$ – плотность заряда принятого и эталонного ВВ, кг/м³.

Необходимые данные для расчета величины e принимают из табл. 1.2. При средней плотности заряда ВВ значение коэффициента взрывной эффективности можно принять из этой же таблицы. В качестве эталонного ВВ в формуле (1.10) и в табл. 1.2 принят аммонит № 6ЖВ.

Значение коэффициента структуры породы f_1 принимается из табл. 1.12.

Таблица 1.12

Коэффициент структуры породы f_1

Характеристика пород	Категория пород	Коэффициент структуры породы f_1
Монолитные, крепкие, вязкие, упругие	I	1,6
Трещиноватые, крепкие	II	1,2-1,4
Массивно-хрупкие	III	1,1
Сильнотрещиноватые, мелкослоистые, большинство пород угольных бассейнов	IV	0,8-0,9

Коэффициент зажима породы при одной обнаженной поверхности в забоях горизонтальных и наклонных выработок определяется из выражения

$$\nu = \frac{6,5}{\sqrt{S_{\text{вч}}}}, \quad (1.11)$$

где $S_{\text{вч}}$ – площадь поперечного сечения вчерне, м².

При двух обнаженных поверхностях коэффициент зажима принимается в пределах $\nu = 1,1-1,4$ (меньшие значения – для больших сечений выработок).

При щелевом врубе на полную высоту выработки для определения удельного заряда для шпуров по забою, кроме врубовых, в формуле (1.9) следует принимать коэффициент зажима породы $\nu = 1,4$.

Прямые (дробящие) врубы требуют повышенного удельного заряда ВВ. По формуле (1.9) при применении прямых врубов определяют удельный заряд только для вспомогательных и оконтуривающих шпуров с коэффициентом зажима породы $\nu = 1,1-1,4$.

1.2.5. Выбор диаметра шпура

Диаметр шпуров выбирается в зависимости от стандартного диаметра патрона принятого типа ВВ. В табл. 1.2 указаны стандартные диаметры патронов промышленных ВВ. При выпуске ВВ в патронах различных диаметров следует принимать диаметр патрона с учётом сечения выработки и типа буровой техники. При использовании мощных бурильных машин и при больших сечениях выработки принимают патроны с большим диаметром или механизированное зарядание гранулированными ВВ.

При применении метода контурного взрывания в оконтуривающих шпурах следует уменьшить линейную плотность заряжения. С этой целью рекомендуется применять, например, специальные патроны типа ЗКВК из аммонита № 6ЖВ диаметром 26 мм длиной 360 мм в полиэтиленовых оболочках. Эти патроны имеют соединительные муфты с лепестками, позволяющими стыковать их и центрировать по оси шпура с созданием воздушного промежутка между патронами и стенками шпура.

Диаметр шпуров при использовании патронированных ВВ принимается не менее чем на 5 мм больше диаметра патрона. При применении машин ударного-поворотного и вращательного-ударного бурения и патронированных ВВ диаметр шпуров обычно составляет 38–42 мм (см. раздел 3). При механизированном зарядании шпуров гранулированными ВВ в горнорудной промышленности диаметр шпуров принимается в пределах от 38 до 52 мм в зависимости от сечения выработки, детонационной способности ВВ и взрываемости пород.

При бурении по углю и породам угольной формации используются шпуры диаметром 37–46 мм.

1.2.6. Определение количества шпуров

Количество шпуров в забое зависит от физико-механических свойств пород, поперечного сечения выработки, параметров зарядов и типа принятого вруба.

Количество шпуров на забой **при врубах с наклонными шпурами** определяют по формуле проф. Н. М. Покровского

$$N = q \cdot S_{вч} / \gamma, \quad (1.12)$$

где q – удельный заряд ВВ, определяемый по формуле (1.9), кг/м³;

$S_{вч}$ – площадь сечения выработки вчерне, м²;

γ – весовое количество ВВ (вместимость), приходящееся на 1 м шпура, кг/м.

$$\gamma = 3,14 d^2 \rho \alpha / 4, \quad (1.13)$$

где d – диаметр заряда (патрона ВВ или шпура), м;

ρ – плотность ВВ в заряде, кг/м³;

α – коэффициент заполнения шпуров.

При ручном зарядании без уплотнения ВВ в шпуре используется параметр «диаметр патрона», а параметр «диаметр шпура» – при уплотнении патронов вручную с разрезанием оболочки или при механизированном зарядании.

При разрезании оболочки патронов плотность ВВ в шпуре принимается равной 0,9 от плотности ВВ в патроне (см. табл. 1.2). При механизированном зарядании шпуров гранулированными ВВ плотность ВВ в шпуре составляет 1150–1200 кг/м³.

Коэффициент заполнения шпуров в выработках шахт, не опасных по взрыву газа или пыли, проходимых в крепких породах, принимается максимальным (0,7-0,9).

В выработках шахт, опасных по газу или пыли и в породах с $f = 2-8$ – коэффициент заполнения принимается 0,35-0,55; в более крепких породах – 0,5-0,6. При этом при ведении взрывных работ на угольных шахтах, опасных по взрыву газа или пыли, величина забойки должна быть не менее 0,5 м.

Во всех случаях с увеличением длины шпуров коэффициент заполнения шпуров увеличивается.

Полученное по формуле (1.12) количество шпуров является ориентировочным (см. табл. 1.13) и может быть изменено при необходимости на 10–15 %. Окончательно число шпуров принимается после вычерчивания схемы расположения шпуров в сечении выработки (рекомендуемый масштаб – 1:50-1:20), и только затем возобновляется расчёт (раздел 1.2.7).

Таблица 1.13

Ориентировочное количество шпуров на забой в зависимости от коэффициента крепости пород и сечения выработок

Коэффициент крепости пород f	Сечение выработки вчерне, м ²						
	4	6	8	10	12	14	16
2-4	8-11	12-16	17-21	22-27	28-33	34-38	35-42
5-7	12-16	17-21	22-27	28-33	34-38	39-42	43-46
8-10	16-20	21-26	27-32	33-37	38-42	42-46	47-50
12-14	20-24	26-30	32-36	37-42	42-46	46-50	50-54
более 14	26-28	32-36	36-40	44-48	48-52	52-54	56-60

При вычерчивании схемы расположения шпуров при любом типе вруба среднее расстояние между рядами вспомогательных шпуров, между вспомогательными и оконтуривающими и между шпурами в рядах должно быть примерно одинаковым и приниматься в соответствии с рекомендациями табл. 1.10 или определяться из выражения

$$a = \sqrt{\frac{S_{вч} - S_{вр}}{N - N_{вр}}}, \quad (1.14)$$

где $S_{вч}$ – площадь сечения выработки вчерне, m^2 ;

$S_{вр}$ – площадь сечения врубовой полости (для вертикального клинового вруба принимается равной половине площади прямоугольника, образованного устьями врубовых шпуров на плоскости забоя), m^2 ;

$N, N_{вр}$ – общее число на забой и число врубовых шпуров.

Оконтуривающие шпуры располагают с наклоном $85-87^\circ$ к плоскости забоя с таким расчетом, чтобы их концы вышли за проектный контур сечения выработки вчерне только за линией уходки. Забуриваются оконтуривающие шпуры на минимальном расстоянии ($150-200$ мм) от проектного контура выработки с учётом принятой буровой техники.

При применении прямых врубов количество шпуров определяется по формуле

$$N = N_{вр} + q \cdot (S_{вч} - S_{вр}) / \gamma, \quad (1.15)$$

где $N_{вр}$ – количество врубовых шпуров (см. раздел 1.2.3.2);

$S_{вр}$ – площадь поперечного сечения прямого вруба, m^2 .

При контурном взрывании число оконтуривающих шпуров необходимо увеличивать. При этом параметры зарядов в оконтуривающих шпурах (удельный заряд, расстояние между шпурами и др.) рассчитываются по специальным методикам ([3] и др.).

1.2.7. Определение расхода взрывчатых материалов

Количество ВВ (кг) на цикл при **врубках с наклонными шпурами**

$$Q = q \cdot S_{вч} \cdot l_{шп}, \quad (1.16)$$

где $l_{шп}$ – глубина заходки, равная глубине вспомогательных и оконтуривающих шпуров, м.

Средняя величина заряда (кг) на один шпур

$$q'_{ср} = Q / N. \quad (1.17)$$

Количество ВВ (кг) на цикл **при врубах с прямыми шпурами** (кг)

$$Q = Q_{вр} + q \cdot (S_{вч} - S_{вр}) \cdot l_{шп}, \quad (1.18)$$

где $Q_{вр}$ – количество ВВ во врубовых шпурах, принимается как сумма зарядов врубовых шпуров. Величина заряда (кг) во врубовый шпур принимается

$$q'_{вр} = 0,785 \cdot d^2 \cdot \rho \cdot \alpha \cdot l_{вр}, \quad (1.19)$$

где d – диаметр патрона ВВ или шпура, в зависимости от способа заряжания, м;

ρ – плотность ВВ в заряде, $кг/м^3$;

α – коэффициент заполнения врубового шпура, $0,7-0,95$ (в зависимости от длины шпуров и крепости пород);

$l_{вр}$ – длина врубовых шпуров, м (принимается на 10% больше длины вспомогательных и оконтуривающих шпуров).

Средняя величина заряда (кг) на один вспомогательный и оконтуривающий шпур **при прямых врубах**

$$q_{\text{ср}}^{\prime\prime} = \frac{q \cdot (S_{\text{вч}} - S_{\text{вр}}) \cdot l_{\text{шп}}}{N - N_{\text{вр}}} \quad (1.20)$$

При распределении ВВ по шпурам величину заряда во врубовые шпуры **при наклонных врубах** следует принимать на 10-20 % больше средней величины $q'_{\text{ср}}$ (кг)

$$q_{\text{вр}}^* = (1,1 \div 1,2) q'_{\text{ср}} \quad (1.21)$$

В оконтуривающих шпурах, кроме почвенных, при любых типах врубов величину заряда следует уменьшать на 10-20 % по сравнению со средней величиной $q'_{\text{ср}}$ (кг)

$$q_{\text{ок}}^* = (0,9 \div 0,8) q'_{\text{ср}} \quad (1.22)$$

Обычно в практике взрывных работ величина заряда во вспомогательных шпурах принимается равной средней величине заряда в шпурах $q'_{\text{ср}}$:

$$q_{\text{всп}}^* = q'_{\text{ср}} \quad (1.23)$$

Полученные величины зарядов во врубовых, вспомогательных и оконтуривающих шпурах при ручном зарядании патронированными ВВ принимают **кратными массе патронов ВВ.**

При механизированном зарядании заряд ВВ в шпуре состоит из патрона боевика (0,2 или 0,25 кг) и собственно заряда гранулированного ВВ, масса которого принимается кратной 0,1 кг.

После определения величин зарядов ВВ в шпурах каждой группы следует проверить возможность размещения их в шпурах, учитывая длину и массу патронов, а также линейную плотность зарядания при применении гранулированных ВВ.

Фактический расход ВВ (кг) на цикл

$$Q_{\text{ф}} = \sum q_{\text{вр}}^* + \sum q_{\text{всп}}^* + \sum q_{\text{ок}}^* \quad (1.24)$$

Расход ВВ (кг) на погонный метр выработки

$$Q_{\text{м}} = Q_{\text{ф}} / (l_{\text{шп}} \eta), \quad (1.25)$$

где η – КИШ (принимается равным 0,85-0,95 в зависимости от крепости пород).

Объём горной массы за взрыв

$$Q_{\text{гм}} = S_{\text{пр}} l_{\text{шп}} \eta, \quad (1.26)$$

где $S_{\text{пр}} = S_{\text{вч}} \cdot \text{КИС}$ – сечение выработки в проходке, м^2 , которое следует определять в соответствии с рекомендациями таблицы 1.14 [4].

Удельный расход ВВ (кг) на 1 м^3 взорванной породы

$$q_p = Q_\phi / Q_{gm}. \quad (1.27)$$

Таблица 1.14

Допустимое нормативное увеличение (в %) поперечного сечения горизонтальных горных выработок при проходке буровзрывным способом

Поперечное сечение горных выработок вчерне (по проекту), м ²	Коэффициент крепости пород <i>f</i>		
	1–2	2–9	10–20
до 8	5*	10	12
от 8 до 15	4	8	10
более 15	3	5	7

*Коэффициент излишка сечения: $KIS = 1 + \Delta = 1 + 5/100 = 1,05$.

Расход ЭД, КД (систем неэлектрического взрывания) определяется по числу взрываемых зарядов.

Расход ЭД, КД на 1 метр выработки:

$$N_m = N_{kd} / (l_{шт} \eta). \quad (1.28)$$

Удельный расход ЭД, КД на 1 м³ взорванной породы:

$$N_p = N_{kd} / (S_{пр} l_{шт} \eta). \quad (1.29)$$

Заводы-изготовители производят неэлектрические системы инициирования с длинами волноводов, определяемыми заказами потребителей.

Длина УВТ ориентировочно определяется по формуле:

$$L_{увт} = l_{шт} + B / 4 + 0,5, \quad (1.30)$$

где *B* – ширина выработки, м;

0,5 –длина УВТ для сборки пучков, м.

2. РАСЧЕТ ЭЛЕКТРОВЗРЫВНОЙ СЕТИ

При расчете электровзрывной сети определяют её сопротивление и сопротивление её отдельных ветвей. Для проверки обеспечения безотказности взрывания всех электродетонаторов, включённых в сеть, при известном напряжении (принятом источнике тока) выполняется проверочный расчет, при котором определяют общую величину тока в сети и величину тока, поступающего в каждый электродетонатор.

Если необходимо выбрать источник тока, определяют общее сопротивление сети и минимальную силу тока в цепи, обеспечивающую безотказное взрывание всех электродетонаторов, после чего находят необходимое напряжение и подбирают источник тока (табл. 2.1).

Сопротивление магистральных и соединительных проводов, а также участков, если они имеются при конкретной схеме взрывания, принимается по табличным данным или вычисляется по формуле

$$R = \rho (l/S), \quad (2.1)$$

где R – сопротивление проводов, Ом;

ρ – удельное сопротивление материала проводов, которое принимается для медных проводов $0,0172 \cdot 10^{-6}$, для алюминиевых $0,0286 \cdot 10^{-6}$ и для стальных $0,12 \cdot 10^{-6}$ Ом·м;

l – длина проводов, м. Длину проводов принимают на 10 % больше расчётной, учитывая изгибы и сростки;

S – сечение проводов, м².

Сопротивление электродетонаторов при расчёте сети принимается по табличным данным с учётом длины выводных проводов (см. табл. 1.3). Сопротивление электродетонаторов нормальной чувствительности в зависимости от длины выводных медных проводов с диаметром жилы 0,5 мм составляет от 1,8 до 3,6 Ом. При расчёте величину сопротивления электродетонаторов нормальной чувствительности обычно принимают равной 3 Ом.

Таблица 2.1

Взрывные приборы и машинки

Наименование прибора (исполнение)	Напряжение, В	Масса, кг	Максимальное сопротивление электровзрывной сети, Ом	Назначение и область применения
Конденсаторный взрывной прибор КВП-1/100М (РВ)	600	2	320	Взрывание ЭД нормальной чувствительности на поверхности и в шахтах, опасных и не опасных по взрыву газа или пыли
КВП-2/200М (РН)	1700	2,5	1700	
Конденсаторный взрывной прибор ПИВ-100М (РВ)	610	2,7	320	Взрывание ЭД нормальной чувствительности на поверхности и в шахтах, не опасных по взрыву газа или пыли
Конденсаторная взрывная машинка КПМ-3 (РН)	1600	3,0	200	

При электрическом способе взрывания в каждый электродетонатор нормальной чувствительности должен поступать постоянный гарантийный ток силой не менее $I_{\text{гар}} = 1$ А при числе ЭД до 100 штук и не менее $I_{\text{гар}} = 1,3$ А при числе ЭД более 100 штук, или переменный ток силой не менее $I_{\text{гар}} = 2,5$ А.

Для электродетонаторов пониженной чувствительности к блуждающим токам (ЭД-1-8-Т, ЭД-1-3-Т) гарантийный ток следует принимать не менее 5 А.

Проверочный расчёт электровзрывной сети производится по следующим формулам в зависимости от схемы соединения:

а) при последовательном соединении

$$I = \frac{E}{R + rn}, \quad i = I \geq I_{\text{гар}}, \quad (2.2)$$

б) при параллельном соединении

$$I = \frac{E}{R + r/n}, \quad i = I/n \geq I_{\text{гар}}, \quad (2.3)$$

в) при смешанном последовательно-параллельном соединении

$$I = \frac{E}{R + rn/m}, \quad i = I/m \geq I_{\text{гар}}, \quad (2.4)$$

г) при смешанном параллельно-последовательном соединении

$$I = \frac{E}{R + rm/n}, \quad i = I/m \geq I_{\text{гар}}, \quad (2.5)$$

где I – сила тока в электровзрывной сети, А;

E – электродвижущая сила источника тока или напряжение на клеммах, В;

R – сопротивление всех проводов (магистральных, соединительных, участковых) и внутреннее сопротивление источника, Ом;

n – число последовательно соединённых электродетонаторов в сети или группе;

m – число параллельно включённых групп электродетонаторов при смешанном соединении;

i – сила тока, поступающего в каждый электродетонатор, А;

$I_{\text{гар}}$ – гарантийная сила тока, необходимая для безотказного взрывания электродетонаторов, А;

r – сопротивление электродетонатора, Ом.

При проведении горизонтальных выработок обычно применяется последовательная схема соединения электродетонаторов во взрывной сети. В этом случае общее сопротивление взрывной сети можно определить по формуле:

$$R_{\text{общ}} = r_n + r_c L_c + r_m L_m, \quad (2.6)$$

где r_c , r_m – сопротивление соответственно 1 м соединительных и магистральных проводов, Ом (принимается по данным табл. 2.2 или рассчитывается по формуле (2.1));

L_c , L_m – длина соответственно соединительных и магистральных проводов, м.

Таблица 2.2

Характеристики проводов для электровзрывания

Обозначение	Назначение	Диаметр жилы, мм	Площадь сечения, мм ²	Сопротивление 1 м провода, Ом/м
ВП-05	соединительные	0,5	0,196	0,090
ВП-08	магистральные	0,8	0,502	0,034
ВП-07x2	магистральные	0,7x2	0,769	0,024

Магистральные провода (постоянная взрывная магистраль) подключаются обычно на расстоянии не ближе 30 м от забоя и могут отставать от места взрыва не более чем на 100 м. Место укрытия взрывника при проходке горизонтальных выработок должно находиться не ближе 150 м от забоя. Электровзрывная сеть должна быть двухпроводной.

В шахтах (рудниках), опасных по газу или пыли, должны применяться электродетонаторы только с медными проводами. Это требование также распространяется на соединительные и магистральные провода (кабели) электровзрывной сети.

Если проверочный расчет показывает неприменимость последовательной схемы соединения электродетонаторов (ввиду того, что $i < I_{\text{гap}}$), следует принимать последовательно-параллельную схему соединения. Тогда число последовательно включённых электродетонаторов в сети или группе и число групп, включённых параллельно, определяют по формулам

$$n = \frac{E}{2I_{\text{гap}} + R}, \quad (2.7)$$

$$m = \frac{E}{2I_{\text{гap}} + r}. \quad (2.8)$$

Если общее число электродетонаторов, подлежащих взрыванию, равно $M = n \cdot m$, то, определив один из множителей, вычисляют другой.

3. ВЫБОР БУРОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Тип бурильной машины выбирается в зависимости от коэффициента крепости горных пород, глубины шпуров и необходимой производительности машины при выполняемом объёме буровых работ.

Бурение шпуров производится ручными, колонковыми электро- и пневмосвёрлами, переносными перфораторами и бурильными установками.

Выбор типа бурильной машины и установочного приспособления в зависимости от крепости пород ориентировочно можно производить по табл. 3.1.

Ручные электросвёрла ЭР14Д-2М, ЭР18Д-2М, СЭР-19М применяются для бурения шпуров диаметром 36-44 мм и глубиной до 3 м по углю и породам с коэффициентом крепости до 4.

При бурении по крепким углям и породам средней крепости применяются электросвёрла ЭРП18Д-2М и СРП-1 с принудительной подачей.

Ручные пневматические сверла СР-3, СР-3М, СПР-8 применяются на шахтах, опасных по газу или пыли, для бурения шпуров диаметром 36 мм и глубиной до 3 м при проведении выработок по углю и породам с коэффициентом крепости до 4. Сверло СГ-3Б с применением пневмоподдержки применяются для бурения шпуров в породах с коэффициентом крепости до 6.

При проведении горизонтальных и наклонных выработок при бурении шпуров диаметром 40-46 мм и глубиной до 5 м в крепких и средней крепости с коэффициентом более 5 применяют переносные перфораторы ПП36В, ПП54В, ПП54ВБ, ПП63В, ПП63ВБ, ПП63П, ПП63С, ПП63СВП массой 24-33 кг с энергией удара от 36 до 63 Дж. Обычно глубина шпуров при бурении переносными перфораторами составляет 1,5-2,5 м.

Таблица 3.1

**Область применения бурильных машин
и установочных приспособлений**

Коэффициент крепости пород	Тип бурильных машин и установочных приспособлений
1,5–3	Ручные электросвёрла и пневмосвёрла, лёгкие перфораторы на пневмоподдержках
4–6	Бурильные установки вращательного действия, перфораторы лёгкого и среднего веса на пневмоподдержках, колонковые или длинноходовые электросвёрла на манипуляторах
7–9	Бурильные установки вращательно-ударного действия, перфораторы среднего веса и тяжёлые на пневмоподдержках, колонковые или длинноходовые электросвёрла на манипуляторах
10–20	Бурильные установки вращательно-ударного действия, тяжёлые перфораторы на пневмоподдержках, колонковые перфораторы на распорных колонках или манипуляторах

Телескопные перфораторы ПТ-29М, ПТ36М, ПТ38, ПТ48 применяются при проведении восстающих выработок и для бурения шпуров в крепких породах под анкерную (штанговую) крепь.

Для облегчения труда бурильщиков и повышения скорости бурения применяются колонковые электросвёрла, электросвёрла на манипуляторах и колонковые перфораторы.

Колонковые электросвёрла применяются при бурении шпуров диаметром 36-50 мм в породах с коэффициентом крепости 5-10. Промышленно выпускаются колонковые электросвёрла ЭБГП-1, ЭБГП-2У5, которые устанавливаются на распорных колонках или на манипуляторах бурильных установок.

Съёмные бурильные машины типа БУЭ вращательного действия применяются на бурильных установках при бурении шпуров диаметром 42 мм, длиной до 3 м в породах с $f < 8$.

Колонковые перфораторы, более мощные чем ручные, применяются для бурения шпуров с колонок, манипуляторов и буровых кареток при проведении выработок в крепких и очень крепких породах.

В горнодобывающей промышленности применяют колонковые перфораторы ПК-50, ПК-65, ПК-75, ПК-120, ПК-150. Применение колонковых перфораторов и электросвёрл на распорных колонках при проходке выработок ограничено из-за значительных затрат времени на монтаж, демонтаж и переустановка.

новку колонок. Поэтому чистое время бурения составляет 20-35 % от общих затрат времени на бурения шпуров.

Механизированное бурение шпуров производят бурильными установками (каретками) и навесным оборудованием, смонтированным на погрузочных машинах.

Отечественной промышленностью выпускаются бурильные установки (каретки) вращательного бурения с колонковыми электросверлами БУЭ-1м, БУЭ-2, вращательно-ударного и ударно-поворотного бурения БУ-1, БУР-2, СБУ-2м, СБУ-2К, УБШ.

В угольной промышленности наибольшее распространение получили установки БУ-1, БУР-2, БУЭ-1 и БУЭ-2. С использованием этих установок производят около 50 % выработок.

Установки вращательного бурения применяют при проведении выработок в породах с $f < 8$; ударно вращательного действия с машинами БГА-1 в породах с $f = 6-10$, с машинами БГА-1М, БГА-2М в породах с $f = 10-14$; ударно-поворотного действия в породах с $f = 10-20$.

Технические характеристики бурильных установок приведены в табл. 3.2 – 3.3.

При определении бурильного оборудования следует принимать один перфоратор (сверло) не менее чем на 2 м^2 площади забоя горизонтальной или наклонной выработки; на каждые три рабочие машины одну резервную.

Одну бурильную установку принимают не менее чем на 9 м^2 площади забоя горизонтальной выработки. На каждую работающую в забое установку – рабочий и резервный комплекты инструмента.

Таблица 3.2

Характеристики отечественных бурильных установок для бурения шпуров при проходке горизонтальных выработок

Характеристики		Тип бурильной установки					
		УБШ-204 (БУЭ-1М)	УБШ-214А	УБШ-308У (1СБУ-2)	УБШ-303 (1БУР-2)	УБШ-254	УБШ-332Д
Коэффициент крепости пород f		4-8	4-16	8-14	4-16	8-14	8-14
Диаметр шпуров, мм		42	42-52	42-52	42-52	42-52	42-52
Длина шпуров, м		2,75	2,75	2,8	2,8	2,4	3,0
Зона бурения, м^2		6-12	4,2-12	до 20	до 20	до 12	8-22
Бурильная машина	тип	БУЭ	М2 (БГА-2М)	М2 (БГА-2М)	М2 (БГА-2М)	«Норит-1» (гидравл.)	М2 (БГА-2М)
	кол-во	1	1	2	2	1	2
Тип платформы		рельс.	рельс.	гусен.	рельс.	гусен.	пневм.
Размеры (м) в транспортном положении:							
длина		8,2	6,0	7,8	7,1	7,2	11,0
ширина		1,3	1,0	1,6	1,15	1,4	1,75
высота		0,9	1,5	1,7	1,65	1,8	2,3
Масса, т		5,4	4	8,6	5	7,2	12

**Характеристики зарубежных бурильных установок для бурения шпуров
при проходке горизонтальных выработок**

Характеристики	Тип бурильной установки					
	Minimatic 205-40	Mini 206-60	Paramatic 305-60	Rocket Bomer 104S	Rocket Bomer 282S	
Коэффициент крепости пород f	8-20	8-20	8-20	8-20	8-20	
Диаметр шпуров, мм	32-50	32-50	32-50	32-50	32-50	
Длина шпуров, м	3,4	3,4	3,4	4,0	4,0	
Высота обуривания, м	6,0	6,4	7,1	4,7	6,3	
Ширина обуривания, м	8,8	9,8	10,4	4,7	8,7	
Зона бурения, м ²	8-49	8-60	12-68	до 20	до 45	
Бурильная машина	тип	HL 510S-45 гидравл.	HL 510S-45 гидравл.	HL 510S-45 гидравл.	СОР 1838 МЕ пневмат.	СОР 1838 МЕ пневмат.
	кол-во	2	2	3	1	2
Тип платформы	пневм.	пневм.	пневм.	пневм.	пневм.	
Размеры (м) в транспортном положении:						
длина	12,3	12,7	5,3	9,8	12,1	
ширина	1,98	2,24	2,5	2,0	2,0	
высота	2,35	2,35	2,8	2,6	3,1	
Масса, т	19	20	36	14	18	

При применении бурильных установок глубина шпуров изменяется от 2 до 3,75 м. В этом случае необходимо использование прямых врубов, так как обуривание вертикального клинового вруба в большинстве случаев технически неосуществимо из-за невозможности соблюдения требуемого угла наклона врубовых шпуров.

При ручном бурении шпуров площадь забоя, приходящаяся на одну бурильную машину, изменяется в широких пределах – от 2 до 5 м².

4. СОСТАВЛЕНИЕ ПАСПОРТА БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ

На основании выполненных расчетов составляется паспорт буровзрывных работ, который включает в себя [1]: характеристику выработки; характеристику пород; схему расположения шпуров в трёх проекциях; наименования ВМ; способ взрывания; данные о способе заряжания, числе шпуров, их глубине и диаметре, массе и конструкции зарядов, последовательности и количестве приёмов взрывания зарядов, материале забойке и её длине, длинах ударно-волновых трубок систем неэлектрического взрывания; схему монтажа взрывной (электро-взрывной) сети с указанием длины (сопротивления), замедлений, схемы и времени проветривания забоя.

Дополнительно указывается величина радиуса опасной зоны, места укрытий взрывника и рабочих, установки постов охраны и предупредительных знаков.

В шахтах, опасных по взрыву газа или пыли, в паспорте должны быть указаны количество и схема расположения специальных средств по предотвращению взрывов газа (пыли), а также режим взрывных работ.

Образец заполнения паспорта буровзрывных работ приведён в Приложении 2.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Единые правила безопасности при взрывных работах (ПБ 13-407-01). М., 2001.
2. Взрывчатые вещества и средства инициирования. Каталог. М.: ГосНИП «РАСЧЕТ», 2003. 269 с.
3. Справочник взрывника / Под общей редакцией Б. Н. Кутузова. М.: Недра, 1988. 511 с.
4. СНиП 3.02.03-84. Подземные горные выработки.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Образец оформления обложки отчёта

Министерство образования и науки РФ
ГОУ ВПО
«Уральский государственный горный
университет»

Кафедра шахтного строительства

ОТЧЁТ

по контрольной работе «Расчёт параметров и составление
паспорта БВР на проведение горизонтальной горной выработки»

Зав. кафедрой
Руководитель
Студент гр. _____

проф. М. В. Корнилков

Екатеринбург 2010

Пример паспорта БВР на проведение выработки

Утверждаю:
Главный инженер

**Паспорт
буровзрывных работ на проведение**

(наименование выработки)

1. Характеристика выработки

- 1.1. Форма сечения выработки _____
- 1.2. Площадь поперечного сечения выработки в черне, м² _____
- 1.3. Размеры сечения выработки - высота, м _____
- ширина, м _____
- 1.4. Категория шахты по газу или пыли _____

2. Характеристика пород

- 2.1. Наименование пород _____
- 2.2. Коэффициент крепости пород по шкале М. М. Протоdjeяконова _____
- 2.3. Трещиноватость пород _____
- 2.4. Обводнённость пород _____

3. Исходные данные

- 3.1. Наименование ВВ и средств инициирования _____
- 3.2. Способ взрывания _____
- 3.3. Диаметры - шпуров, мм _____
- патронов, мм _____
- 3.4. Тип вруба _____
- 3.5. Материал забойки _____
- 3.6. Схема соединения электродетонаторов _____
- 3.7. Источник электрического тока _____

4. Расчётные данные по шпурам

№№ шпуров	Наименование шпуров по назначению	Глубина шпуров, м	Угол наклона шпуров, град.	Расстояние между шпурами, м	Величина заряда в шпуре, кг	Длина заряда, м	Длина забойки в шпуре, м	Очередность взрывания, интервал замедления, мс	Примечания
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

5. Схема расположения шпуров

Схема расположения вычерчивается в масштабе 1:50 или 1:20 в трёх проекциях (см. Приложение 3). При применении прямых врубов дополнительно в масштабе 1:20 или 1:10 приводится схема вруба.

6. Конструкции зарядов

В схемах конструкций врубовых, вспомогательных (отбойных) и оконтуривающих зарядов указывается место установки патронов-боевиков, количество патронов, длина заряда и забойки.

7. Основные показатели буровзрывных работ

№ п/п	Показатели	Единица измерения	Количество
1	Коэффициент использования шпуров	-	
2	Подвигание забоя за взрыв	-	
3	Объём горной массы за взрыв	м ³	
4	Количество шпуров на цикл	шт.	
5	Количество шпурометров на цикл	м	
6	Количество шпурометров на 1 погонный метр выработки	м шп./м	
7	Количество шпурометров на 1 м ³ взорванной породы	м шп./м ³	
8	Расход ВВ на цикл	кг	
9	Расход ВВ на 1 метр выработки	кг/м	
10	Расход ВВ на 1 м ³ взорванной породы	кг/м ³	
11	Расход средств инициирования на цикл: ЭД КД (СИНВ-Ш) детонирующего шнура	шт. шт. м	
12	Расход средств инициирования на 1 метр выработки: ЭД КД (СИНВ-Ш) детонирующего шнура	шт. шт. м	

8. Меры безопасности

8.1. Место укрытия взрывника и рабочих на момент взрыва _____

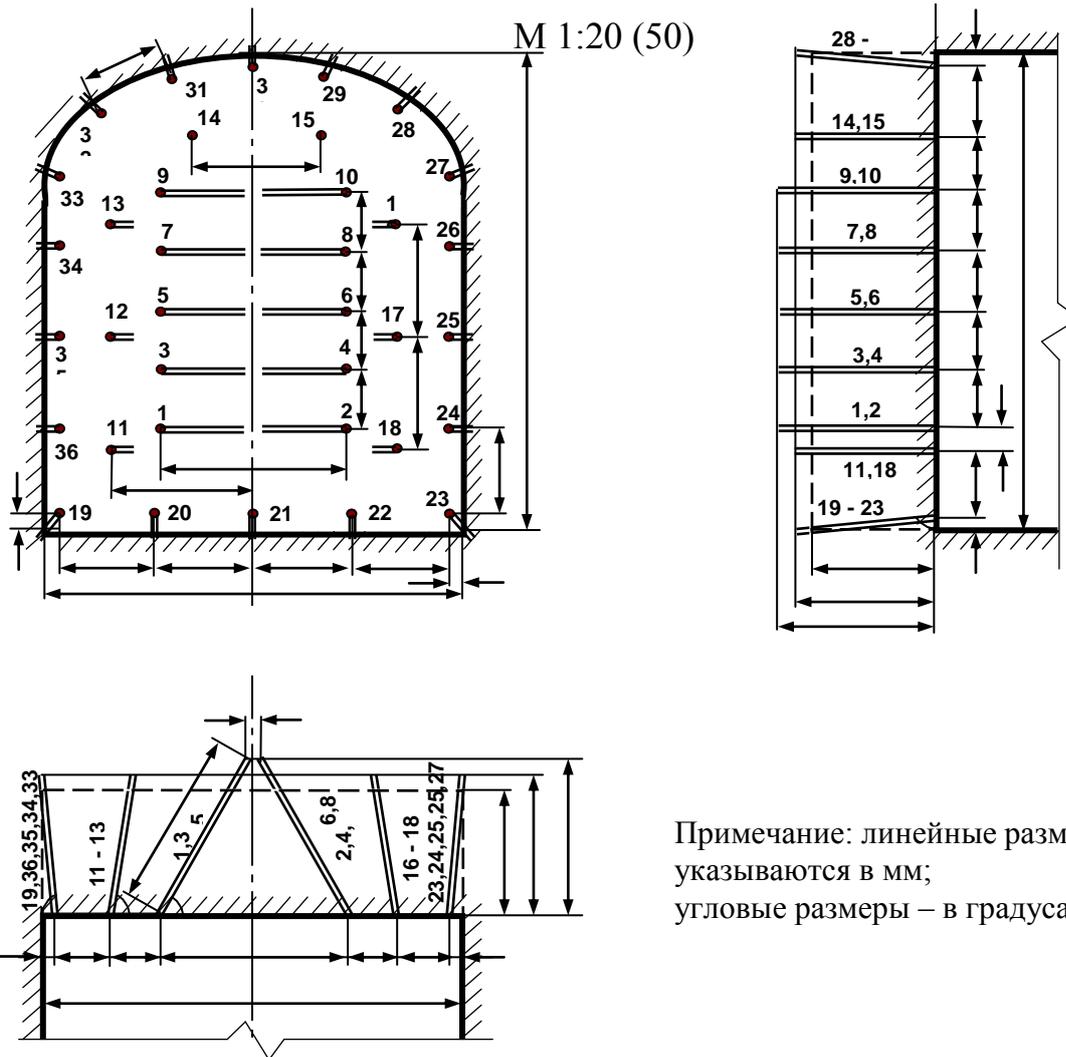
8.2. Место выставления постов _____

8.3. Время проветривания после взрыва _____

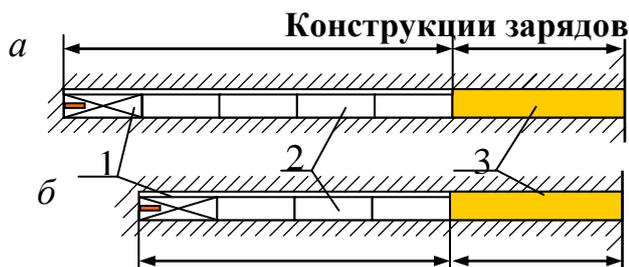
8.4. Мероприятия по подавлению пыли _____

8.5. Другие дополнительные меры безопасности _____

Схема расположения шпуров



Примечание: линейные размеры указываются в мм; угловые размеры – в градусах.



- а* – врубовые шпуры;
б – вспомогательные (отбойные) и оконтуривающие шпуры;
 1 – патрон-боевик (аммонит № 6ЖВ);
 2 – патроны ВВ (аммонит № 6ЖВ);
 3 – забойка (песчано-глиняная, водяная)

Примечание. В шахтах, не опасных по взрыву газа или пыли, допускается взрывание зарядов без забойки (устанавливается руководителем предприятия и указывается в паспорте БВР).

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Таблица ПЗ.1

Задания по расчету параметров и составлению паспорта бвр на проведение выработки

№№ заданий	Наименование выработки	Форма сечения выработки*	Размеры выработки $H \times B$, м	Площадь сечения вчерне, м ²	Характеристика пород			Категория шахты по газу или пыли и наличие метана в выработке
					Коэффициент крепости f	Категория пород по табл. 1.12	Обводнёность**	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Квершлаг	Сводчатая	3,4 × 3,3	10,5	15	I	с	Не опасная
2			3,4 × 4,0	12,0	12	I	у	
3			3,4 × 3,6	11,3	14	I	о	
4			3,4 × 3,2	10,2	10	I	у	
5			3,3 × 3,5	10,7	12	I	о	
6			3,1 × 3,2	9,2	10	I	о	
7			3,3 × 3,7	11,3	6	II	о	
8			3,5 × 3,2	10,5	8	II	с	
9			3,6 × 3,8	12,7	8	IV	у	
10			3,5 × 3,9	12,6	10	II	с	
11			3,4 × 3,4	10,8	6	III	о	
12			3,2 × 3,0	9,0	12	IV	у	
13			3,5 × 3,9	12,6	18	IV	о	
14			3,1 × 3,2	9,2	5	III	о	
15			3,4 × 3,6	11,3	8	III	с	
16			3,3 × 3,5	10,7	18	II	с	
17			3,5 × 3,2	10,5	14	I	о	
18			3,1 × 3,2	9,2	20	II	у	
19			3,4 × 4,0	12,5	16	I	о	
20			3,4 × 4,0	12,5	4	III	о	

1	2	3	4	5	6	7	8	9
21	Квершлаг	Трапецевид.	$3,5 \times 3,7 / 3,3$	12,3	8	II	с	
22			$3,5 \times 3,9 / 3,1$	12,3	10	I	о	
23			$3,5 \times 3,7 / 3,0$	11,7	12	III	с	
24			$3,6 \times 3,9 / 3,1$	12,6	14	III	у	
25			$3,0 \times 3,6 / 2,9$	9,8	16	I	о	
26			$3,8 \times 3,4 / 2,8$	11,8	18	I	с	
27			$3,6 \times 4,0 / 3,3$	13,1	6	VI	с	
28			$3,6 \times 4,2 / 3,5$	13,9	8	III	о	
29			$3,6 \times 4,0 / 3,3$	13,1	10	III	у	
30			$3,6 \times 4,2 / 3,5$	13,9	15	I	с	
31			$3,6 \times 4,0 / 3,3$	13,1	18	II	у	
32			$3,5 \times 3,9 / 3,1$	12,3	6	IV	о	
33			$3,2 \times 3,9 / 3,1$	11,2	8	III	о	
34			$3,5 \times 3,9 / 3,1$	12,3	9	III	о	
35			$3,2 \times 3,9 / 3,1$	11,2	14	III	у	
36			$3,6 \times 3,8 / 3,0$	12,2	18	I	с	
37			$3,6 \times 3,8 / 3,0$	12,2	8	III	о	
38			$3,4 \times 3,8 / 3,0$	11,6	12	II	у	
39		Сводчатая	$3,7 \times 5,0$	16,8	6	IV	с	
40			$3,7 \times 5,0$	16,8	9	III	у	
41			$3,7 \times 4,5$	15,2	11	IV	с	
42			$3,7 \times 5,0$	16,8	13	II	с	
43			$3,7 \times 4,4$	14,9	14	I	о	

1	2	3	4	5	6	7	8	9
44	Квершлаг	Сводчатая	3,5 × 4,6	15,5	16	II	о	Не опасная
45			3,6 × 4,9	16,0	4	IV	о	
46			3,6 × 4,7	15,4	8	III	у	
47			3,6 × 4,9	16,0	10	II	с	
48			3,6 × 4,2	13,9	12	II	о	
49			3,6 × 4,9	16,0	14	II	о	
50			3,6 × 4,9	16,0	6	II	с	
51			3,6 × 4,3	14,2	8	III	о	
52			3,7 × 4,3	14,2	4	IV	о	
53			3,7 × 4,0	13,7	6	IV	с	
54			3,7 × 4,3	14,2	9	III	о	
55			3,7 × 3,9	13,4	10	II	о	
56			3,7 × 4,9	16,5	10	II	о	
57			3,7 × 4,1	14,0	14	II	с	
58			3,9 × 4,0	14,5	16	I	у	
59	Штрек	Арочная	3,0 × 3,2	8,5	4	IV	о	I
60			3,0 × 3,4	8,9	6	IV	о	II
61			3,3 × 3,3	9,7	8	III	с	III
62			3,3 × 3,4	10,0	4	III	у	II
63			3,2 × 3,2	9,1	6	II	с	III – выделения метана отсутствуют
64			2,8 × 3,4	8,3	4	IV	о	II
65			3,0 × 3,2	8,5	10	II	о	III – выделения метана отсутствуют
66			3,0 × 2,8	7,5	2 (уголь)	IV	с	II
67			3,2 × 4,0	11,0	2 (уголь)	IV	о	II
68			3,6 × 3,8	12,1	2	IV	о	III

1	2	3	4	5	6	7	8	9
69	Штрек	Сводчатая	3,2 × 4,0	11,0	5	IV	у	II
70			3,2 × 4,0	11,0	8	II	у	IV – выделения метана отсутствуют
71			3,4 × 4,0	11,8	6	III	с	
72			3,2 × 4,0	11,0	12	I	у	II – выделения метана отсутствуют
73			4,2 × 4,4	16,4	1,5 (уголь)	IV	с	I
74			4,0 × 4,2	14,9	4	IV	у	I
75			4,2 × 4,4	16,4	6	III	с	II
76			4,0 × 4,2	14,9	8	II	с	IV – выделения метана отсутствуют
77			3,8 × 4,4	14,6	7	II	о	III
78			4,2 × 5,0	18,3	8	IV	с	I
79			3,8 × 4,4	14,6	10	I	о	II – выделения метана отсутствуют
80			3,4 × 4,0	11,8	10	II	о	

* Рекомендации для вычерчивания контура поперечного сечения выработки приведены в Приложении 4.

** В столбце 8 «Обводнённость пород» приняты следующие обозначения: с – сухие, у – увлажнённые и о – обводнённые.

Формы поперечного сечения горизонтальных выработок

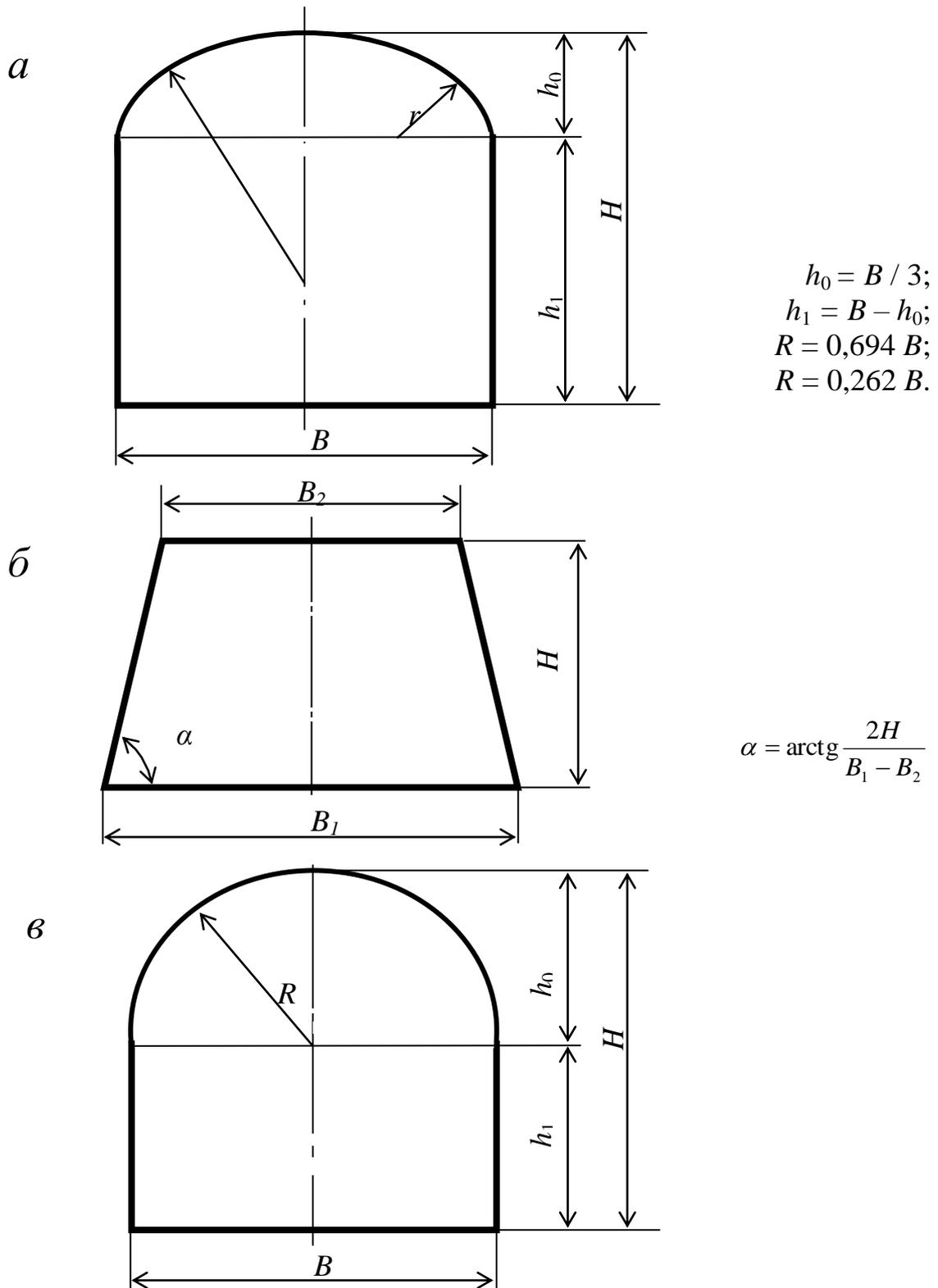


Рис. П4.1. Формы поперечного сечения горизонтальных выработок:
a – сводчатая с трёхциркульным (коробовым) сводом;
б – трапецевидная;
в – арочная с полуциркульным сводом

Формулы для вычисления площади поперечного сечения и периметра выработок приведены в табл. П4.1.

Таблица П4.1

Форма поперечного сечения выработки	Площадь поперечного сечения	Периметр
Сводчатая с коробовым сводом	$B \cdot (h_1 + 0,26 \cdot B)$	$2 \cdot h_1 + 2,33 \cdot B$
Трапецевидная	$\frac{B_1 + B_2}{2} \cdot H$	$B_1 + B_2 + \frac{2H}{\cos \alpha}$
Арочная с полуциркульным сводом	$B \cdot (h_1 + 0,39 \cdot B)$	$2 \cdot h_1 + 2,57 \cdot B$

Учебное издание

Петрушин Алексей Геннадьевич
Лещуков Николай Николаевич

РАЗРУШЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД

*Учебно-методическое пособие по выполнению контрольной работы по дисциплине
«Разрушение горных пород»
для студентов специальности 21.05.04 «Горное дело»*

Подписано в печать
Бумага писчая. Формат 60 × 84 1/16.
Гарнитура Times New Roman. Печать на ризографе.
Печ. л. 2,6. Уч.-изд. л. 3,28. Тираж 400. Заказ

Издательство УГГУ
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
Уральский государственный горный университет
Отпечатано с оригинал-макета
в лаборатории множительной техники УГГУ

Министерство образования и науки РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный университет»



А. Г. Петрушин, Н. Н. Лещуков, Д. В. Прищепа

РАЗРУШЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД

*Учебно-методическое пособие к самостоятельной работе и
выполнению практических работ по дисциплине
«Разрушение горных пород»
для студентов специальности 21.05.04 «Горное дело»*

Екатеринбург – 2019

Министерство образования и науки РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО

Методической комиссией горно-
технологического факультета

«_____» _____ 2019 г.

Председатель комиссии

_____ ст.преп. Н. В. Колчина

А. Г. Петрушин, Н. Н. Лещуков, Д. В. Прищепа

РАЗРУШЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД

*Учебно-методическое пособие к самостоятельной работе и выполнению
практических работ по дисциплине «Разрушение горных пород»
для студентов специальности 21.05.04 «Горное дело»*

*Рецензенты: Лель Ю. И., зав. кафедрой РМОС УГГУ, профессор,
д-р техн. наук.*

Печатается по решению Редакционно-издательского совета
Уральского государственного горного университета

Разрушение горных пород: Учебно-методическое пособие к самостоятельной работе по дисциплине для студентов специальности 21.05.04 «Горное дело» / А. Г. Петрушин, Н. Н. Лещуков, Д. В. Прищепа; Урал. гос. горный ун-т. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2019. – 59 с.

Материал пособия охватывает все раздела дисциплины в соответствии с учебником [1].

Пособие предназначено для организации самостоятельной работы студентов и выполнению практических заданий всех специализаций специальности 21.05.04 «Горное дело» по курсу «Разрушение горных пород».

© Уральский государственный
горный университет, 2019
© Петрушин А.Г., Лещуков Н.Н.,
© Прищепа Д. В.

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА	6
2. СОДЕРЖАНИЕ КУРСА, КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ	7
3. ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАДАНИЯ.....	19
Практико-ориентированное задание №1	19
Практико-ориентированное задание №2	23
Практико-ориентированное задание №3	26

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа студента является важнейшей составной частью образовательной программы подготовки дипломированного специалиста. В соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования объем учебной нагрузки студента составляет 180 часов или 5 зачетных единиц. Из них 89 часов отводится на самостоятельную работу студентов.

По курсу «Разрушение горных пород» обязательная самостоятельная работа студента осуществляется в следующих направлениях – *освоение материалов по отдельным темам, входящим в Рабочую учебную программу дисциплины; подготовка, оформление, защита практико-ориентированных заданий; подготовка и защита контрольной работы.* Дополнительная самостоятельная работа связана с углубленным изучением отдельных разделов курса на основе научно-исследовательской работы студента (НИРС).

Данное учебно-методическое пособие предназначено для организации самостоятельной работы студентов – освоения отдельных тем дисциплины.

1. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

В следующем разделе пособия приведена развернутая программа дисциплины «Разрушение горных пород». Она содержит названия 30 основных тем с указанием основных вопросов и разделов каждой темы. Каждая тема является основой вопросов в экзаменационном билете. При чтении лекций по курсу преподаватель указывает те темы дисциплины, которые выносятся на самостоятельную проработку студентами. Причем в экзаменационный билет может включаться один из вопросов по такой теме. Основным объемом информации по каждой теме содержится в учебнике по курсу [1].

При освоении указанных ниже тем *рекомендуется следующий порядок самостоятельной работы студента:*

1. Ознакомьтесь со структурой темы.
2. По учебнику [1] освоите каждый структурный элемент темы. Во всех темах указаны разделы и страницы учебника, содержащие данный материал.
3. При необходимости используйте указанную дополнительную литературу. Консультацию по использованию дополнительной литературы Вы можете получить у преподавателя.
4. Ответьте на контрольные вопросы. При затруднениях в ответах на вопросы вернитесь к изучению рекомендованной литературы.
5. Законспектируйте материал. При этом конспект может быть написан в виде ответов на контрольные вопросы.

При самостоятельной работе над указанными темами рекомендуется вести записи в конспектах, формируемых на лекционных занятиях по курсу, и в том порядке, в котором данные темы следуют по учебной программе.

2. СОДЕРЖАНИЕ КУРСА, КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

Тема 1. Краткая история развития взрывных работ.

Значение взрывных работ в горнодобывающей промышленности и в строительстве. История развития взрывных работ.

Литература: [1]

Контрольные вопросы:

1. Охарактеризуйте основные вехи развития взрывных работ.
2. Опишите первую технологию ведения взрывных работ в горном деле.
3. Назовите первое нитроглицериновое взрывчатое вещество.
4. Опишите историю развития средств инициирования.

Тема 2. Современные виды взрывных работ.

Современные виды взрывных работ в промышленности. Основные виды взрывных работ. Специальные виды взрывных работ.

Литература: [1]

Контрольные вопросы:

1. Назовите современные виды взрывных работ.
2. Назовите современные виды специальных взрывных работ.

Тема 2. Способы бурения шпуров и скважин.

Классификация способов бурения шпуров и скважин. Механическое бурение и его виды. Термическое бурение и его виды. Специальные виды бурения шпуров и скважин.

Литература: [1, 5]

Контрольные вопросы:

1. Приведите классификацию способов бурения шпуров и скважин.
2. Опишите суть механических видов бурения шпуров и скважин.
3. Опишите суть термических видов бурения шпуров и скважин.
4. Опишите суть специальных видов бурения шпуров и скважин.
5. Укажите рациональные области применения механических, термических и специальных видов бурения шпуров и скважин.

Тема 3. Ударно-поворотный способ бурения.

Механизм разрушения горных пород при ударно-поворотном бурении. Механизмы скола и выкола. Зависимость скорости ударно-поворотного бурения от осевого усилия, частоты вращения. Оборудование.

Литература: [1, 5]

Контрольные вопросы:

1. Укажите рациональную область применения ударно-поворотного бурения.
2. Охарактеризуйте механизмы скола и выкола.
3. Опишите механизм разрушения горных пород при ударном внедрении инструмента.
4. Укажите бурильные машины ударно-поворотного бурения.
5. Отметьте факторы, которые повышают энергоемкость ударного бурения по сравнению с другими способами.
6. Укажите последовательность процессов, происходящих при разрушении породы при ударном бурении.

Тема 4. Вращательный способ бурения.

Технические средства вращательного бурения. Работа ядра уплотнения при резании пород. Зависимость объема разрушения от толщины стружки. Режимы самозаточки и затупления режущей грани сверла. Оборудование.

Литература: [1, 5]

Контрольные вопросы:

1. Назовите преимущества вращательного бурения.
2. Укажите бурильные машины вращательного бурения.
3. Охарактеризуйте основные механизмы износа и затупления бурового инструмента при вращательном бурении.
4. Опишите механизм разрушения горных пород при вращательном бурении.

Тема 5. Ударно-вращательный и вращательно-ударный способ бурения.

Технические средства бурения. Совместное действие механизмов удара и резания. Зависимость энергоемкости бурения от усилий подачи на инструмент.

Литература: [1, 5]

Контрольные вопросы:

1. Укажите область применения вращательно-ударного бурения.
2. Укажите область применения ударно-вращательного бурения.
3. Назовите преимущества вращательно-ударного бурения.
4. Охарактеризуйте зависимость энергоемкости бурения от усилия подачи.
5. Назовите машины и механизмы, реализующие ударно-вращательный способ бурения.
6. Назовите машины и механизмы, реализующие вращательно-ударный способ бурения.

Тема 6. Шарошечное бурение.

Технические средства бурения. Механизм шарошечного бурения. Режимы бурения в зависимости от осевого усилия. Контактная прочность пород как критерий буримости.

Литература: [1, 5]

Контрольные вопросы:

1. Назовите особенности шарошечного бурения.
2. Опишите зависимость скорости бурения от величины осевого усилия.
3. Назовите машины и механизмы, реализующие шарошечное бурение.
4. Укажите область применения шарошечного бурения.

Тема 7. Основы теории взрыва и взрывчатых веществ.

Виды взрыва: механический, тепловой, электрический, ядерный, химический. Необходимые условия химического взрыва. Взрывчатое вещество. Классификация взрывчатых систем по физическому состоянию.

Литература: [1, 3]

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение понятию взрыв.
2. Приведите пример механического взрыва.
3. Приведите пример Теплового взрыва.
4. Приведите примеры тепловых взрывов.
5. Охарактеризуйте химический взрыв.
6. Назовите необходимые условия химического взрыва.

Тема 8. Свойства взрывчатых веществ.

Классификация свойств взрывчатых веществ. Технологические свойства взрывчатых веществ. Специальные свойства взрывчатых веществ.

Литература: [1, 2]

Контрольные вопросы:

1. Приведите классификацию свойств взрывчатых веществ.
2. Назовите основные технологические свойства взрывчатых веществ.
3. Что такое кислородный баланс.
4. Назовите виды кислородного баланса.
5. Какие газы выделяются при положительном кислородном балансе.
6. При каком кислородном балансе образуется окись углерода (CO)?

Тема 9. Начальный импульс и чувствительность взрывчатых веществ.

Начальный импульс. Виды начального импульса. Инициирование. Чувствительность взрывчатых веществ. Способы изменения чувствительности.

Литература: [1]

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение понятию «Начальный импульс».
2. Охарактеризуйте тепловой начальный импульс.
3. Какой вид начального импульса является основным для горного дела?
4. Перечислите пробы на чувствительность.
5. Что такое сенсibilизатор?
6. Приведите пример веществ вводимых в состав взрывчатых веществ для флегматизации.

Тема 10. Формы химического превращения взрывчатых веществ.

Основные формы химического превращения взрывчатых веществ. Режимы химического превращения: термический распад, горение, конвективное горение, детонация

Литература: [1, 2, 3]

Контрольные вопросы:

1. Перечислите основные формы химического превращения.
2. Дайте характеристику горению как форме химического превращения.
3. Дайте характеристику детонации как форме химического превращения.

Тема 11. Основные положения теории детонации.

Механизм детонации. Графическая интерпретация процесса детонации – адиабата Гюгонио. Количественная оценка характеристик процесса детонации.

Литература: [1, 3]

Контрольные вопросы:

1. Перечислите особенности детонационной волны.
2. Дайте определение понятию «Детонация».
3. Приведите основные детонационные характеристики взрывчатых веществ.

Тема 12. Экспериментальные методы определения скорости детонации.

Классификация методов определения скорости детонации взрывчатых веществ. Метод Дотриша. Осциллографический метод. Метод скоростной фотосъемки. Реостатный метод.

Литература: [1, 3]

Контрольные вопросы:

1. Охарактеризуйте метод Дотриша, для определения скорости детонации взрывчатых веществ.
2. Назовите отличительные особенности осциллографического метода для определения скорости детонации взрывчатых веществ.
3. Опишите процедуру измерения скорости детонации используя реостатный метод.

Тема 13. Факторы, влияющие на скорость и устойчивость детонации.

Группы факторов влияющие на скорость и устойчивости детонации. Влияние внутреннего состава и строения на скорость и устойчивость детонации. Влияние условий взрывания на скорость детонации.

Литература: [1, 3]

Контрольные вопросы:

1. Как влияет дисперсность взрывчатого вещества на скорость и устойчивость детонации?
2. Как влияет плотность взрывчатого веществ на скорость детонации?
3. Дайте определение понятию «критический диаметр детонации».
4. Как влияет на скорость и устойчивость детонации наличие плотной оболочки на заряде взрывчатого вещества.
5. Влияние величины начального импульса на устойчивость детонации.

Тема 14. Работа взрыва.

Работа взрыва: баланс энергии при взрыве. Потери при переходе потенциальной энергии взрывчатого вещества в механическую работу взрыва. Полезная работа взрыва. Бризантность и фугасность. Пробы на бризантность и фугасность.

Литература: [1, 3]

Контрольные вопросы:

1. Опишите переход потенциальной энергии взрывчатого вещества в механическую работу взрыва.
2. Чем обусловлены химические потери при взрыве?
3. Чем обусловлены тепловые потери при взрыве?
4. Охарактеризуйте бесполезные формы работы взрыва.
5. Что такое бризантность взрывчатых веществ.
6. Назовите формы проявления фугасной работы взрыва.

Тема 15. Основные положения теории предохранительных взрывчатых веществ.

Необходимость применения предохранительных взрывчатых веществ. Теории предохранительных взрывчатых веществ. Методы испытаний предохранительных взрывчатых веществ.

Литература: [1, 2]

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение понятию пламегаситель.
2. Дайте определение понятию ингибитор.
3. Перечислите основные гипотезы воспламенения горючих шахтных сред.
4. Перечислите возможные пути предотвращения воспламенения горючих шахтных сред.
5. Охарактеризуйте методы испытаний предохранительных взрывчатых веществ.

Тема 16. Заряд взрывчатого вещества.

Заряды взрывчатых веществ. Классификация. Воронка взрыва и ее элементы. Показатель действия взрыва.

Литература: [1, 3]

Контрольные вопросы:

1. По каким признакам классифицируются заряды взрывчатых веществ.
2. Перечислите элементы воронки взрыва.
3. Что такое показатель действия взрыва.
4. Как классифицируются заряды взрывчатых веществ по показателю действия взрыва.

Тема 17. Действие взрыва.

Действие сосредоточенного заряда в твердой однородной безграничной среде и при наличии обнаженной поверхности. Стадии разрушения: образование газовой полости, зоны дробления, зона радиальных и кольцевых трещин, откольные явления. Соотношение бризантного и фугасного действия взрыва в зависимости от акустической жесткости разрушаемых пород.

Литература: [1, 3]

Контрольные вопросы:

1. Отрадите последовательность развития взрыва в горных породах.
2. Отметьте области действия взрыва, образующие зону регулируемого дробления.
3. Какие трещины образуются в горной породе при падении давления и обратной деформации пород в сторону зарядной полости?

4. Какие трещины образуются при отражении волны сжатия от свободной поверхности горной породы?

Тема 18. Классификации промышленных взрывчатых веществ.

Классификация ВВ: по характеру воздействия на окружающую среду, по чувствительности к простым формам начального импульса, физическому состоянию. Классификация по химическому составу – индивидуальные ВВ и взрывчатые смеси. Классы ВВ по условиям применения.

Литература: [1, 2, 4, 6]

Контрольные вопросы:

1. К какой группе относятся взрывчатые вещества, имеющие скорость детонации 4000 м/с?
2. Какие классы промышленных ВВ выделяют по химическому составу?
3. К какому классу промышленных ВВ по химическому составу относится тротил, детонит?
4. Какие ВВ можно использовать только при взрывных работах на поверхности, в шахтах опасных по газу и пыли? Укажите номер класса и цвет оболочки.
5. Какой цвет имеют патроны предохранительных ВВ?
6. По какому характерному признаку выделяют первичные и вторичные ВВ?

Тема 19. Непредохранительные взрывчатые вещества I класса по условиям применения.

Предъявляемые требования. Нитросоединения: свойства, ассортимент, область применения. Аммиачно-селитренные взрывчатые вещества: свойства, ассортимент, область применения. Эмульсионные взрывчатые вещества: свойства, ассортимент, область применения.

Литература: [1, 2, 7]

Контрольные вопросы:

1. Назовите основные свойства гранулолола.
2. Особенности аммиачно-селитренных взрывчатых веществ.
3. Бестротиловые взрывчатые вещества: особенности, свойства.
4. Назовите отличительные особенности эмульсионных взрывчатых веществ.

Тема 20. Непредохранительные взрывчатые вещества II класса по условиям применения.

Предъявляемые требования. Аммиачно-селитренные взрывчатые вещества: свойства, ассортимент, область применения. Эмульсионные взрывчатые вещества: свойства, ассортимент, область применения. Порошкообразные ВВ – аммониты и аммоналы. Свойства и область применения.

Литература: [1, 2, 7]

Контрольные вопросы:

1. Назовите основные свойства граммонита 79/21.
2. Особенности аммиачно-селитренных взрывчатых веществ, применяемых в подземных условиях.
3. Назовите отличительные особенности патронированных аммонитов.
4. Назовите отличительные особенности эмульсионных взрывчатых веществ, применяемых в подземных условиях.

Тема 21. Предохранительные взрывчатые вещества III – VII классов по условиям применения.

Требования к энергетическим и детонационным характеристикам предохранительных ВВ. Требования к кислородному балансу. Требования к составу и строению зарядов.

Литература: [1, 2, 7]

Контрольные вопросы:

1. Перечислите названию взрывчатых веществ III класса по условиям применения.
2. Какие добавки вводят в состав предохранительных взрывчатых веществ?
3. Укажите требования, предъявляемые к предохранительным ВВ.

Тема 22. Методы производства взрывных работ.

Классификация методов производства взрывных работ. Метод шпуровых зарядов. Метод скважинных зарядов. Метод камерных зарядов. Метод наружных зарядов. Область применения, достоинства и недостатки методов.

Литература: [1, 3]

Контрольные вопросы:

1. Укажите области применения метода шпуровых зарядов в подземных условиях.
2. Укажите область применения метода шпуровых зарядов при открытой разработке месторождений.
3. Укажите область применения метода скважинных зарядов.
4. Укажите область применения метода наружных зарядов.

Тема 23. Метод шпуровых зарядов при проведении подземных горных выработок.

Состав проходческого цикла. Коэффициент использования шпуров (КИШ). Коэффициент излишка сечения (КИС). Врубовые, отбойные и оконтуривающие шпуры. Очередность взрывания. Конструкции шпуровых зарядов. Размер и качество забойки. Прямое и обратное инициирование зарядов. Назначение и типы врубов. Конструкции наклонных врубов; их достоинства и недостатки. Конструкции прямых врубов; их достоинства и недостатки. Комбинированные врубы. Принципы расчета параметров буровзрывных работ.

Литература: [1, 3]

Контрольные вопросы:

1. Укажите типы шпуров при проходке выработки.
2. Укажите очередность взрывания шпуров в типовой технологии проходки выработок.
3. Укажите условия, соответствующие обратному инициированию заряда.
4. Отметьте достоинства прямого инициирования заряда ВВ по сравнению с обратным.
5. Отметьте достоинства обратного инициирования заряда ВВ по сравнению с прямым.

Тема 24. Метод шпуровых зарядов при подземной разработке месторождений полезных ископаемых.

Технология шпуровой отбойки при разработке рудных месторождений. Расчет параметров БВР. Технология шпуровой отбойки угля. Правила безопасности при использовании метода шпуровой отбойки.

Литература: [1, 3]

Контрольные вопросы:

1. Опишите существо метода шпуровых зарядов при добыче полезных ископаемых подземным способом.
2. Укажите классы ВВ допущенные к применению при шпуровой отбойке по углю.
3. Какой способ взрывания допущен к применению при шпуровой отбойке угля?
4. Какова допустимая величина уходки (м) при добыче угля методом шпуровых зарядов?

5. Какова величина предельного содержания метана в забое (в %), при котором разрешена отбойка угля методом шпуровых зарядов?

Тема 25. Метод скважинных зарядов при подземной разработке месторождений полезных ископаемых.

Отбойка вертикальными и горизонтальными слоями. Параллельное и веерное расположение скважин – преимущества и недостатки. Схемы отбойки руды в блоке. Расчет параметров скважинной отбойки. Бурение, зарядание и взрывание скважин. Правила безопасности при скважинной отбойке.

Литература: [1, 3]

Контрольные вопросы:

1. Укажите преимущества параллельного расположения скважин при подземной отбойке руды (по сравнению с веерным расположением скважин).
2. Укажите преимущества веерного расположения скважин при подземной отбойке руды (по сравнению с параллельным расположением скважин).
3. Укажите способы бурения скважин при отбойке руды в подземных условиях.
4. Какой тип ВВ обычно применяют при механизированном зарядании скважин?
5. Укажите показатели, входящие в формулу определения удельного расхода ВВ при скважинной отбойке руды в подземных условиях.

Тема 26. Метод скважинных зарядов при открытой разработке месторождений полезных ископаемых.

Расположение скважин на уступе и их бурение. Принципы расчета параметров буровзрывных работ. Схемы взрывания скважинных зарядов при однорядном и многорядном взрывании скважин.

Литература: [1, 3]

Контрольные вопросы:

1. Укажите рациональные способы бурения скважин при открытой разработке месторождений.
2. Удельный расход ВВ на карьерах определяется по эталонному q_0 , с учетом поправочных коэффициентов. Укажите факторы, определяющие величину данных коэффициентов.
3. Укажите основные способы взрывания зарядов взрывчатых веществ, используемых на земной поверхности.

4. Перечислите основные взрывчатые вещества, используемые при ведении взрывных работ на земной поверхности.

Тема 27. Метод камерных зарядов.

Расположение выработок при использовании камерных зарядов. Камерные заряды рыхления и их расчет. Камерные заряды выброса и их расчет. Камерные заряды на сброс и их расчет.

Литература: [1, 3]

Контрольные вопросы:

1. В каких случаях целесообразно использовать метод камерных зарядов при открытой разработке месторождений?
2. Назовите достоинства и недостатки метода камерных зарядов.

Тема 28. Взрывное разрушение негабарита.

Характеристики, область применения, достоинства и недостатки различных способов разделки негабарита: наружными, шпуровыми, кумулятивными зарядами, гидровзрывание.

Литература: [1, 3]

Контрольные вопросы:

1. Укажите достоинства и недостатки способа разделки негабарита накладными зарядами.
2. Укажите достоинства и недостатки способа разделки негабарита шпуровыми зарядами.
3. Укажите способы взрывного дробления негабарита при открытой разработке месторождений.

Тема 29. Техническая документация для производства взрывных работ.

Необходимая техническая документация для производства взрывных работ: типовой проект взрывных работ, проект массового взрыва, паспорт буровзрывных работ, схема взрывных работ.

Литература: [1, 4, 6, 8]

Контрольные вопросы:

1. Что входит в состав типового проекта взрывных работ?
2. Опишите процедуру составления и утверждения паспорта буровзрывных работ.
3. Для каких работ составляется схема взрывных работ.
4. В каких случаях составляется проект массового взрыва?

Тема 30. Персонал для взрывных работ.

Требования к лицам, допущенным к ведению взрывных работ: руководитель взрывных работ, мастер-взрывник, заведующий складом ВМ, раздатчики ВМ и лаборанты складов ВМ.

Литература: [1, 4, 6, 8]

Контрольные вопросы:

1. Какие требования предъявляются к руководителям взрывных работ?
2. Какие требования предъявляются к взрывникам?
3. В течение какого периода времени проходит стажировка взрывника?
4. Требования в заведующему склада взрывчатых материалов.

3. ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАДАНИЯ

Практико-ориентированное задание №1

Расчет кислородного баланса и составление рецептур промышленных взрывчатых веществ.

Цель: овладение методикой расчета кислородного баланса взрывчатых веществ и принципами составления рецептур промышленных взрывчатых веществ.

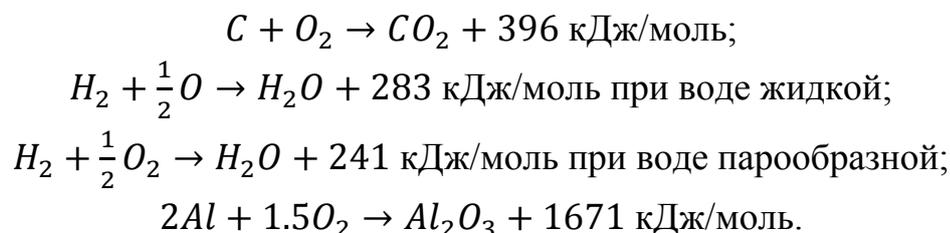
Краткая теория

Определение кислородного баланса

Кислородным балансом называется отношение избытка или недостатка кислорода во взрывчатом веществе (ВВ) для полного окисления горючих элементов (водорода, углерода, металлов и т. п.), выраженное в грамм-атомах, к грамм-молекулярной массе ВВ. Кислородный баланс выражается в долях или процентах.

Под полным окислением понимается окисление водорода в воду, а углерода в углекислый газ. При этом выделяется также молекулярный азот и кислород. Если в составе ВВ находится металл, то образуется его высший окисел.

Реакции полного окисления:



Следовательно, если ВВ имеет состав в виде $C_aH_bN_cO_d$, то кислородный баланс (%)

$$K_6 = \frac{\left[d - \left(2a + \frac{b}{2} \right) \right] \cdot 16}{M_{ВВ}} 100\%, \quad (1.1)$$

где 16 – относительный атомная масса кислорода; $M_{ВВ}$ – молекулярная масса ВВ.

При

$$d > 2a + \frac{b}{2} \quad (1.2)$$

имеет положительный кислородный баланс;

при

$$d = 2a + \frac{b}{2} \quad (1.3)$$

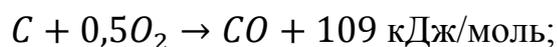
нулевой кислородный баланс;
при

$$d < 2a + \frac{b}{2} \quad (1.4)$$

отрицательный кислородный баланс.

Взрывчатые вещества с нулевым кислородным балансом выделяют максимальное количество энергии и минимальное количество ядовитых газов.

При взрыве ВВ с отрицательным кислородным балансом в зависимости от относительного количества кислорода образуются либо ядовитая окись углерода (угарный газ) с меньшим выделением тепла, чем при образовании углекислоты, т. е.



либо чистый углерод в виде сажи, резко снижающий образование газов.

При положительном кислородном балансе уменьшается выделение энергии, так как образуется ядовитая окись азота с поглощением тепла по реакции



Пример 1. Определить кислородный баланс тротила $C_7H_5(NO_2)_3$, относительная молекулярная масса которого 227.

Для полного окисления необходимо $2a + b/2$ или $2 \cdot 7 + 5/2 = 16,5$ атомов кислорода.

В наличии имеется 6 атомов кислорода.

Следовательно,

$$K_6 = \frac{[6 - (2 \cdot 7 + \frac{5}{2})] \cdot 16}{227} 100\% = -74\%.$$

Пример 2. Определить кислородный баланс граммонита 30/70. Граммонит 30/70 состоит из 30% аммиачной селитры NH_4NO_3 и 70% тротила.

Кислородный баланс аммиачной селитры АС, определенный вышеуказанным способом, равен +20%.

Кислородный баланс граммонита 30/70:

$$0,3 \cdot 20 + 0,7 \cdot -74 = -45,5\%.$$

Составление рецептуры промышленных ВВ

При изготовлении промышленных ВВ обычно состав подбирается таким, чтобы был нулевой кислородный баланс. Для изготовления патронированных ВВ принимается небольшой положительный кислородный баланс для окисления материала оболочки патронов. Для подземных работ при взрыве 1 кг ВВ должно выделяться не более 40 л ядовитых газов в пересчете на условную окись углерода. Если образуются окислы азота и сернистый газ, то для перевода их к условной окиси углерода принимается поправочный коэффициент соответственно 6,5 и 2,5.

Для открытых горных работ, особенно для ВВ, применяемых в обводненных условиях, требования к кислородному балансу ВВ не такие жесткие.

Пример 1. Составить рецептуру игданита с нулевым кислородным балансом на основе аммиачной селитры и дизельного топлива (ДТ) с кислородным балансом – 320%.

Количество весовых частей аммиачной селитры для окисления одной части дизельного топлива равно

$$n = \frac{[КБ_{ДТ}]}{[КБ_{АС}]},$$

где $КБ_{ДТ}$ – кислородный баланс дизельного топлива;

$КБ_{АС}$ – кислородный баланс аммиачной селитры.

$$n = \frac{320}{20} = 16.$$

Содержание дизельного топлива во взрывчатом веществе:

$$x = \frac{100}{1 + n},$$
$$x = \frac{100}{1 + 16} = 5,9 \text{ \%}.$$

Соответственно содержание аммиачной селитры

$$100 - x = 100 - 5,9 = 94,1\%.$$

Следовательно, формула игданита:

94,1% аммиачной селитры; 5,9% дизельного топлива.

Пример 2. Определить рецептуру ВВ с пулевым кислородным балансом на основе аммиачной селитры (NH_4NO_3) и тротила ($\text{C}_7\text{H}_5(\text{NO}_2)_3$).

Кислородный баланс тротила -74% , относительная молекулярная масса 227. Кислородный баланс аммиачной селитры $+20\%$, относительная молекулярная масса 80.

Состав смеси должен отвечать условию:

$$x(-74\%) + (100 - x) 20\% = 0,$$

где x – содержание в смеси тротила, %.

Решение данного уравнения показывает, что $x \approx 21\%$ и $(100 - x) = 79\%$. Такому составу смеси отвечают граммонит 79/21 и аммонит 6ЖВ.

Обозначим число молей аммиачной селитры через y , число молей тротила через z . Тогда из соотношения

$$\frac{y \cdot 80}{x \cdot 227} = \frac{79}{21},$$

получим

$$y = \frac{79 \cdot z \cdot 227}{21 \cdot 80} = 10,7z.$$

Приняв $z = 1$, получим $y = 10,7$.

Следовательно, молекулярное уравнение граммонита имеет вид



Пример 3. Определить молекулярную формулу гранулита АС-8, имеющего следующий состав: 89% аммиачной селитры NH_4NO_3 ; 3% солярового масла $\text{C}_{16}\text{H}_{34}$ (относительная молекулярная масса 226); 8% алюминиевой пудры А1 (относительная молекулярная масса — 27).

Обозначив число молей солярового масла x , аммиачной селитры y , алюминиевой пудры z , можно написать химическую формулу в виде



В соответствии с весовым составом можно записать следующие соотношения

$$\frac{y \cdot 80}{x \cdot 226} = \frac{89}{3}; \quad \frac{z \cdot 27}{x \cdot 226} = \frac{8}{3},$$

Отсюда $y = 83,9x$; $z = 22,4x$.

Примем $x = 1$, тогда молекулярное уравнение гранулита АС-8 имеет вид



Практико-ориентированное задание №2

Определение работоспособности взрывчатых веществ и работы взрыва.

Цель: овладение методикой определения работоспособности взрывчатых веществ и работы взрыва.

Краткая теория

Расчет идеальной работоспособности ВВ

Из первого закона термодинамики следует, что изменение внутренней энергии газов равно количеству тепла, сообщенного окружающей среде и произведенной работе:

$$-dE = dQ + pdV. \quad (2.1)$$

Если техническим назначением взрыва ВВ является производство механической работы, то затраты на теплообмен продуктов взрыва (ПВ) с окружающей средой являются энергетическими потерями (dQ). Эти потери называются термодинамическими.

Идеальным с точки зрения отсутствия термодинамических потерь является адиабатический процесс расширения ПВ, т.е. $dQ = 0$. В этом случае изменение внутренней энергии ПВ равно количеству работы, совершаемой газами, т.е.

$$-dE = pdV = dA. \quad (2.2)$$

В реальных условиях взрывания наиболее близким к адиабатическому процессу является взрыв ПВ в воздушной среде, а, например, в горных породах термодинамические потери возрастают. Они существенно выше в пористых, хрупких, легко дробимых породах и минимальны в пластичных средах типа глин.

Мерой идеальной работоспособности ВВ может служить максимальная работа, которую совершают ПВ при своем адиабатическом расширении до давления окружающей среды (воздушной, водной, горной), т.е. когда остаточное давление ПВ уравнивается противодействием среды атмосферным, гидростатическим или горным давлением.

Идеальная работоспособность ВВ является одной из важнейших энергетических характеристик ВВ. Она дополняет теплоту взрыва, показывая теоретическую возможность реализации энергетического потенциала ВВ в механическую работу.

Идеальную работоспособность (полную идеальную работу взрыва) можно определить, как разность между значениями внутренней энергии ПВ в момент их образования и к концу расширения:

$$A_{и} = \int dE = \int_{T_1}^{T_2} \overline{C_V} dT = \overline{C_V} * (T_1 - T_2) = \overline{C_V} T_1 \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) = Q_{взр} \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) \quad (2.3)$$

где $\overline{C_V}$ - средняя теплоемкость продуктов взрыва в интервалах изменения температуры взрыва от T_1 до T_2 ;

T_1 - начальная температура взрыва;

T_2 - конечная температура ПВ.

Для газовых взрывааемых систем, расширение ПВ которых происходит вдоль изоэнтропы вида $pV^y = \text{const}$, пользуясь уравнением Клайперона ($PV'=RT$), получаем

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{y-1} = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{y-1}{y}} \quad (2.4)$$

Окончательно получаем

$$A_u = Q_{взр} \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right); \quad (2.5)$$

$$A_u = Q_{взр} \left(1 - \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{y-1}\right); \quad (2.6)$$

$$A_u = Q_{взр} \left(1 - \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{y-1}{y}}\right); \quad (2.7)$$

где $Q_{взр}$ - потенциальная энергия ВВ (полная тепловая энергия), кДж/кг;

V_1 и V_2 - начальный и конечный удельные объемы ПВ, м³/кг;

P_1 и P_2 - начальное и конечное давление ПВ, Па;

$y = C_p/C_v$ – показатель адиабаты.

Эти же формулы могут быть использованы для расчета A_u конденсированных ВВ.

При взрыве в воздухе ($P_2 = 1,01 \cdot 10^5$ Па) полная идеальная работа взрыва определяется

$$A_u = Q_{взр} \left(1 - \left(\frac{1,01 \cdot 10^5}{P_{ПВ}}\right)^{\frac{y-1}{y}}\right), \text{ кДж/кг.} \quad (2.8)$$

Расчет полного термодинамического КПД взрыва

Вышеприведенную формулу (2.8) можно представить в виде

$$A_u = Q_{взр} - q_T \quad (2.9)$$

Здесь величина $q_T = Q_{\text{взр}} - A_u = C_{v2} * T_2$ - термодинамические потери энергии ВВ в продуктах взрыва по достижении ими атмосферного давления. Это остаточное тепло идет на свечение ПВ после их расширения.

Отношение идеальной работоспособности к выделившейся тепловой энергии взрыва называется идеальным термодинамическим КПД взрыва

$$\eta = \frac{A_u}{Q_{\text{взр}}}, \quad (2.10)$$

или с учетом формулы (2.7)

$$\eta = 1 - \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{y-1}{y}}, \quad (2.11)$$

Идеальный термодинамический КПД взрыва определяет часть тепловой энергии, которая может быть использована для совершения механической работы взрыва.

Величины идеальной работоспособности (A_u) и полного термодинамического КПД (Π) существенно зависят от свойств продуктов взрыва, влияющих на показатель адиабаты, $y = C_p/C_v$. Если в ПВ содержится 2/3 молекул двухатомных газов и 1/3 — одноатомных (гексоген), то $y = 1,25$. Если в ПВ содержится 2/3 трехатомных газов и 1/3 двухатомных (нитроглицерин), то $y = 1,2$. Величина y снижается (соответственно снижается A_u и η), если в ПВ содержатся четырех и пятиатомные газы, а также твердые продукты (NaCl, Al₂O₃ и др.). В этих случаях $y = 1,15$, и $1,05$.

Пример 1. Определить полную идеальную работоспособность и термодинамический КПД аммонита 6ЖВ при плотности заряжания 900 кг/м³ и следующих параметрах взрывного превращения:

$$V_{\text{нв}} = 0,86 \text{ м}^3/\text{кг},$$

$$Q_{\text{взр}} = 4300 \text{ кДж/кг};$$

$$T_{\text{взр}} = 2600^\circ \text{ К}.$$

Для расчета показатель адиабаты принимается $y=1,25$. Определение давления ПВ при взрыве аммонита 6ЖВ:

$$P = \frac{1,01 * 10^5 * 0,86 * 2600 * 900}{273 * (1 - 0,001 * 0,86 * 900)} = 3,3 * 10^9,$$

Откуда полная идеальная работоспособность

$$A_u = Q_{\text{взр}} \left(1 - \left(\frac{1,01 * 10^5}{P_{\text{ПВ}}} \right)^{\frac{y-1}{y}} \right) = 4300 * \left(1 - \left(\frac{1,01 * 10^5}{3,3 * 10^9} \right)^{\frac{1,25-1}{1,25}} \right) = 3762,2 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}.$$

Полный термодинамический КПД взрыва

$$\eta = \frac{A_u}{Q_{\text{взр}}} = \frac{3762,2}{4300} = 0,875$$

или $\eta = 87,5\%$

Практико-ориентированное задание №3

Расчет параметров и составление паспорта буровзрывных работ на проведение горизонтальной горной выработки.

Цель: овладение методикой расчета параметров буровзрывных работ (БВР) при проведении подземных горных выработок и составления паспорта БВР.

Краткая теория

Проведение горных выработок буровзрывным способом осуществляется по паспортам буровзрывных работ (БВР). Паспорта утверждаются руководителем того предприятия, которое ведёт взрывные работы. С паспортом БВР ознакомляется весь персонал, осуществляющий буровзрывные работы в данной выработке.

Паспорт составляется для каждого забоя выработки на основании расчетов и утверждается с учётом результатов не менее трёх опытных взрываний. По разрешению руководителя предприятия (шахты, рудника) допускается вместо опытных взрываний использовать результаты взрывов, проведённых в аналогичных условиях.

Расчёт, необходимый для составления паспорта, сводится к выбору и определению основных параметров буровзрывных работ для проведения выработки. К основным параметрам относятся: тип взрывчатого вещества (ВВ) и средства инициирования (СИ), диаметр и глубина шпуров, тип вруба, удельный заряд ВВ, количество шпуров и конструкции зарядов, расход взрывчатых материалов.

3.1. Общие положения

Буровзрывной комплекс работ занимает от 30 до 60 % общего времени проходческого цикла в зависимости от горнотехнических условий.

При проведении горных выработок буровзрывные работы должны обеспечить заданные размеры и форму поперечного сечения выработки, точное оконтуривание её профиля, качественное дробление породы и сосредоточенное размещение её в забое, нормативную величину коэффициента излишка сечения (КИС), высокий коэффициент использования шпуров (КИШ).

Эти требования соблюдаются при условии правильного выбора параметров буровзрывных работ: типа ВВ, типа и параметров вруба, величины и конструкции заряда в шпуре, диаметра и глубины шпуров, числа и расположения их в забое, способа и очередности взрывания зарядов, типа

бурового оборудования, качества буровых работ, организации проходческих работ и т. д.

3.2. Определение параметров буровзрывных работ

3.2.1. Выбор взрывчатых материалов

При выборе взрывчатых материалов (ВМ) руководствуются требованиями безопасного производства взрывных работ, регламентированных «Правилами безопасности при взрывных работах» [6] с учетом физико-механических свойств горных пород и горнотехнических условий.

Рекомендуемые взрывчатые вещества (ВВ) [7] в зависимости от условий работ, обводнённости и крепости пород, способа заряжания представлены в табл. 3.1.

В шахтах, не опасных по газу или пыли, при проведении горизонтальных выработок допускается применение электрического взрывания и систем неэлектрического взрывания с низкоэнергетическими волноводами.

Таблица 3.1

Рекомендуемые ВВ

Условия взрывных работ	Условия размещения зарядов	Коэффициент крепости пород f	Тип ВВ	Способ заряжания
Выработки, не опасные по взрыву газа или пыли	Сухие шпуры	до 12	Гранулит М Граммонит 79/21 Гранулит АС-4В Гранулит-игданит	Механизи- рованный
			Аммонит № 6ЖВ	Ручной
		более 12	Гранулит АС-8В	Механизи- рованный
			Аммонал М-10 Детонит М Аммонал скальный № 1	Ручной
	Обводнённые шпуры	до 12	Аммонит № 6ЖВ	Ручной
		более 12	Аммонал М-10 Детонит М Аммонал скальный № 1	
Выработки, опасные по взрыву газа и пыли	Сухие и обводнённые шпуры	Для взрывания по породе	Аммонит АП-5ЖВ	Ручной
		Для взрывания по углю с учетом степени опасности	IV кл. Аммонит Т-19 Аммонит ПЖВ-20 V кл. Угленит Э-6 VI кл. Угленит 12ЦБ	
	Для водораспыления	Открытый заряд	Ионит	

На угольных шахтах, опасных по газу или пыли, разрешается только взрывание с применением электродетонаторов. При полном отсутствии в забоях проходимых выработок метана или угольной пыли, допускается применение непридохранительных ВВ II класса и электродетонаторов мгновенного, короткозамедленного и замедленного действия со временем замедления до 2 с без ограничения количества приёмов и пропускаемых серий замедлений.

Основные характеристики ВВ, применяемых при проходке подземных горных выработок, приведены в табл. 3.2.

Таблица 3.2

Характеристики ВВ

Наименование ВВ	Идеальная работа взрыва, кДж/кг	Плотность в патронах или насыпная, кг/м ³	Удельная объемная энергия взрыва при средней плотности, кДж/кг	Коэффициент взрывной эффективности при плотности ВВ 1000 кг/м ³	Расстояние передачи детонации между патронами, см		Диаметр патронов, мм	Масса патрона, кг	Длина патрона, мм
					Сухие	После выдержки в воде			
Аммонит № 6ЖВ	3561	1000-1100	3917	1,0	5-9	3-6	32 36	0,2 0,25	250 250
Аммонал М-10	4410	950-1100	4520	1,15	4	3	32	0,2	250
Детонит М	4316	1000-1200	4963	1,27	8-18	5-15	32 36	0,2 0,25	250 250
Аммонал скальный № 1	4420	1000-1100	4641	1,18	8-14	5-10	32 36	0,2 0,25	250 250
Аммонит АП-5ЖВ	2991	1000-1150	3215	0,82	5-10	2-7	36	0,3	250
Аммонит Т-19	2564	1000-1200	2820	0,72	7-12	4-8	36	0,3	240
Угленит Э-6	1946	1100-1250	2289	0,58	5-12	3-10	36	0,3	240
Угленит 12 ЦБ	1770	1200-1350	2256	0,58	4	2	36	0,3	240
Ионит	1482	1000-1200	1704	0,44	–	–	36	0,3	240
Гранулит М	3163	780-820 (1000-1150)*	3384	0,86					
Гранулит АС-4В	3645	800-850 (1100-1200)*	4192	1,07					
Гранулит АС-8В	3997	800-850 (1100-1200)*	4597	1,17					
Гранулит-игданит	3150	800-850 (1100-1200)*	3760	0,85					

* Плотность при механизированном зарядании

Технические характеристики электродетонаторов, применяемых при проведении горных выработок, приведены в табл. 3.3. Все электродетонаторы являются водоустойчивыми.

Таблица 3.3

Электродетонаторы для шахт и рудников

Тип электродетонаторов	Кол-во серий	Интервалы замедления, мс (с)	Безопасный ток, А	Гарантийный ток, А	Сопротивление, Ом	Примечание
ЭД-8Ж(Э)	1	0	0,2	1,0	1,8-3,6	Электродетонаторы непригодные для нормальной чувствительности
ЭД-3-Н	36	20, 40, 60, 80, 100, 125, 150, 175, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1250, 1500, 1750, 2000, 2500, 3000, 3500, 4000, 4500 мс 5,6,7,8,9,10 с				
ЭД-1-8-Т	1	0	1,0	5,0	0,5-0,75	Электродетонаторы непригодные для пониженной чувствительности к блуждающим токам
ЭД-3-Т	36	20, 40, 60, 80, 100, 125, 150, 175, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1250, 1500, 1750, 2000, 2500, 3000, 3500, 4000, 4500 мс 5,6,7,8,9,10 с				
ЭДКЗ-ОП	1	0	0,2	1,0	1,8-3,6	Электродетонаторы предохранительные нормальной чувствительности
ЭДКЗ-П	5	25, 50, 75, 100, 125 мс	0,2	1,0	1,8-3,6	
ЭДКЗ-ПМ	7	15, 30, 45, 60, 80, 100, 120 мс	0,2	1,0	1,8-3,6	
ЭД-КЗ-ПКМ	9	4, 20, 60, 80, 100, 125, 150, 175, 200 мс	0,2	1,0	1,8-3,6	

Детонирующие шнуры ДША, ДШВ и ДШЭ-12 и др. применяют при необходимости одновременного взрывания врубовых, нижних подошвенных шпуров, а также в рассредоточенных зарядах с целью передачи детонации всем частям шпурового заряда.

В последние годы на подземных взрывных работах получил широкое распространение новый способ инициирования зарядов ВВ – система неэлектрического взрывания различных модификаций: Нонель (Швеция), СИНВ, Эдилин (Россия) и др.

В табл. 3.4 представлены характеристики систем СИНВ и ДБИ для взрывных работ в рудниках и угольных шахтах, где допущено применение неперехватываемых взрывчатых веществ II класса.

Устройства СИНВ-Ш и ДБИЗ служат для трансляции инициирующего сигнала и инициирования боевиков шпуровых зарядов с заданной временной задержкой. В боевике каждого шпурового заряда размещается КД устройства СИНВ-Ш или ДБИЗ заданного интервала замедления.

Таблица 3.4

Характеристики систем неэлектрического инициирования

Устройство	Интервал замедления, мс	Назначение
СИНВ-Ш	0, 25, 42, 55, 67, 109, 125, 150, 176, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000, 9000, 10000	Изготовление патронов-боевиков
ДБИЗ	0, 17, 25, 42, 55, 67, 109, 125, 150, 176, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000, 9000, 10000	

Примечание. Интервалы замедлений приведены при длине ударно-волновой трубки (УВТ) 1 м. Добавление каждого метра длины УВТ увеличивает время замедления на 0,5 мс.

УВТ, выходящие из шпуров, инициируются одновременно от устройств СИНВ-П мгновенного действия (СИНВ-П-0), смонтированных в единую сеть. Длина УВТ стартового устройства (магистральной части сети) выбирается из условия безопасного подрыва и может составлять несколько сот метров.

При проходке подземных выработок обычно применяется следующая схема: УВТ, выходящие из шпуров, собираются в связки (пучки), которые соединяются в единую сеть детонирующим шнуром. Детонирующий шнур обвязывается вокруг связки двойной петлёй. Количество УВТ в одной связке не должно превышать 15 шт. Инициирование сети из детонирующего шнура производится электродетонатором или электрозажигательной трубкой.

3.2.2. Выбор типа вруба и глубины шпуров

Расположение шпуров в забое, величина заходки и показатели взрыва во многом определяются типом вруба. Врубы по характеру действия делятся на две группы:

- врубы с наклонными к оси выработки шпурами – наклонные врубы;
- врубы с параллельными к оси выработки шпурами – прямые врубы.

Тип вруба и глубину шпуров с учетом горнотехнических условий следует принимать по данным табл. 3.5.

Таблица 3.5

Тип вруба и глубина шпуров

Тип буровой техники	Сечение выработки, м ²	
	менее 6	более 6
Переносные перфораторы, ручные электросвёрла и пневмосвёрла	Прямые врубы при глубине шпуров более 1,5 м	Наклонные врубы при глубине шпуров не более (0,35–0,5) ширины выработки; прямые врубы при глубине шпуров до 2–2,5 м
Установки механизированного бурения	–	Прямые врубы с максимальной возможной глубиной по технической характеристике машины

Из наклонных врубов наибольшее распространение имеет вертикальный клиновой вруб. Другие врубы с наклонными шпурами (пирамидальный, горизонтальный клиновой и его разновидности, веерный и т. д.) не получили достаточно широкого распространения из-за сложности обуривания и узкой рекомендуемой области применения (забой, проводимые по пласту угля при малой его мощности, при наличии слабых прослоек пород по забою, при ярко выраженном контакте слабых пород с более крепкими вмещающими породами и т. д.).

Высокая эффективность врубов с наклонными шпурами и преимущества их по сравнению с прямыми врубами достигаются только при ограниченной глубине шпуров и определенном сечении выработки. При проходке выработок в крепких породах ($f > 12$) с применением вертикального клинового вруба длина заходки не превышает обычно 0,35 ширины выработки (B) из-за технической невозможности бурения врубовых шпуров под углом наклона, обеспечивающим эффективную работу вруба. При глубине шпуров более 0,5 B , применении буровых кареток, а также в выработках малого сечения (менее 6 м²) наиболее эффективны прямые врубы, глубина которых ограничивается точностью бурения в зависимости от типа буровой техники.

При глубине шпуров, принятой по рекомендациям табл. 1.5, проектную величину КИШ следует принимать равной 0,85–0,95 с учётом крепости горных пород.

1.2.3. Выбор конструкции и параметров врубов

1.2.3.1. Вертикальный клиновой вруб

При ограниченной глубине шпуров (1,2–2,0 м) наибольшее распространение имеет вертикальный клиновой вруб. Параметры вертикального клинового вруба в зависимости от крепости пород применительно к аммониту № 6ЖВ в патронах диаметром 32 мм в шпурах диаметром 42 мм ориентировочно по данным практики можно принять по данным табл. 3.6.

Таблица 3.6

Параметры вертикального клинового вруба

Группа крепости пород по СНиП	Коэффициент крепости пород f	Расстояние по вертикали между парами шпуров, мм	Количество шпуров во врубе при сечении выработки (м ²)		Угол наклона шпуров к плоскости забоя α , град.
			до 12	более 12	
IV-V	1-6	500	4	4-6	75-70
VI	6-8	450	4-6	6-8	68
VII	8-10	400	6-8	8-10	65
VIII	10-13	350	8-10	10-12	63
IX	13-16	300	10-12	12-14	60
X	16-18	300	10-12	12-14	58
XI	20	250	10-12	12-14	55

При применении другого типа ВВ и изменении диаметра шпуров расстояние между парами врубовых шпуров определяется с учётом поправочного коэффициента по формуле:

$$k = 1,25 \sqrt{e} \cdot d_3/d, \quad (3.1)$$

где e – коэффициент взрывной эффективности (см. табл. 1.2),

d_3 – диаметр заряда,

d – диаметр заряжаемой полости (шпура или скважины).

С увеличением коэффициента крепости пород (см. табл. 3.6) угол наклона врубовых шпуров к плоскости забоя уменьшается. Поэтому предельную глубину вертикального клинового вруба (рис. 3.1) при бурении шпуров ручными перфораторами в зависимости от коэффициента крепости пород и ширины выработки рекомендуется принимать по табл. 1.7 или по формуле:

$$h_{вр} = 0,25 B \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} - 0,3, \quad (3.2)$$

где B – ширина выработки, м

α – угол наклона шпуров к плоскости забоя, град. (см. рис. 3.1).

Предельная глубина вертикального клинового вруба $h_{вр}$, м

Ширина выработки, м	Коэффициент крепости пород f						
	2-5	6-7	8-9	10-12	13-15	16-17	18-20
2,0	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7
2,5	1,7	1,6	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0
3,0	2,1	1,9	1,7	1,6	1,4	1,3	1,2
3,5	2,4	2,2	1,9	1,7	1,6	1,5	1,4
4,0	2,8	2,6	2,2	2,1	1,9	1,8	1,7
4,5	3,2	2,9	2,5	2,4	2,3	2,0	1,9
5,0	3,5	3,1	2,9	2,7	2,4	2,2	2,1

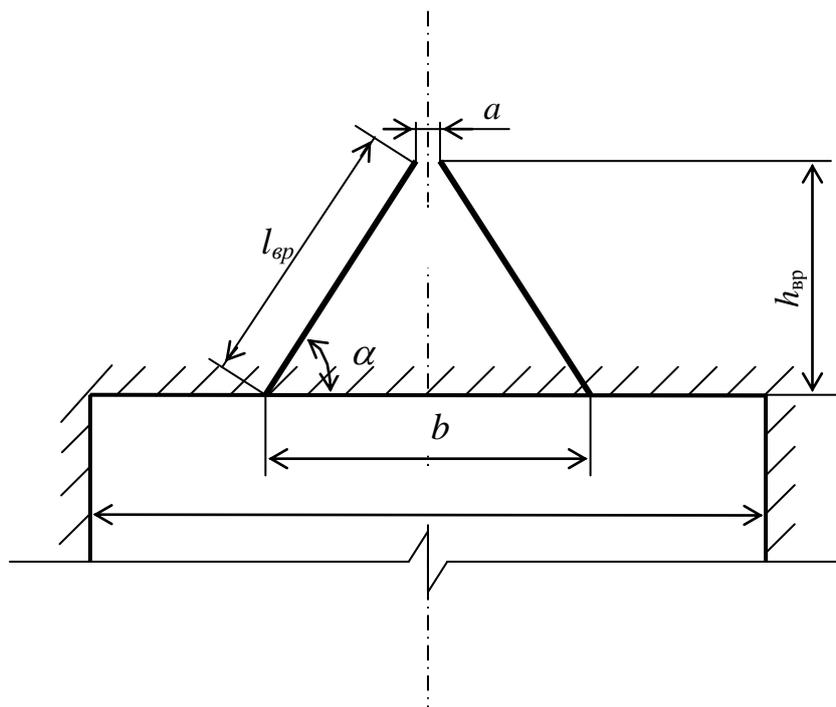


Рис. 3.1. Схема вертикального клинового вруба

Глубину врубовых шпуров следует принимать на 0,1-0,2 м больше длины вспомогательных и оконтуривающих шпуров:

$$h_{вр} = h_{шп} + (0,1 \div 0,2), \quad (3.3)$$

где $h_{шп}$ – глубина (длина) вспомогательных и оконтуривающих шпуров, м.

Длину шпуров клинового вруба определяют с учетом угла их наклона:

$$l_{вр} = h_{вр} / \sin \alpha, \quad (3.4)$$

где α – угол наклона шпуров к плоскости забоя, град.

Расстояние между устьями в паре шпуров клинового вруба определяют по зависимости:

$$b = 2 h_{вр} / \operatorname{tg} \alpha + a, \quad (3.5)$$

где a – расстояние между забоями пары сходящихся шпуров клинового вруба, м (в зависимости от коэффициента крепости пород $a = 0,15-0,2$ м).

После расчета основных параметров вруба следует проверить графическим способом техническую возможность обуривания вертикального клинового вруба с учетом принятого бурового оборудования. С этой целью в масштабе 1:20 – 1:50 вычерчивается план забоя (вид сверху) с наложением пары врубовых шпуров и обязательного соблюдения принятого угла наклона шпуров α .

Если ширина выработки не позволяет с учётом габаритов бурильной машины (см. рис. 3.1) обурить рассчитанный вруб, то следует уменьшить глубину врубовых шпуров или принять другой тип вруба. При применении бурильных установок стрела автоподатчика должна свободно размещаться при заданном угле наклона врубовых шпуров между точкой забуривания врубового шпура и стенкой выработки. При бурении переносными перфораторами или ручными электросвёрлами врубовые шпуры могут буриться в 2-3 приёма комплектом штанг различной длины (например: 0,5 м; 1,2 м; 2,0 м).

3.2.3.2. Прямые врубы

Из прямых врубов (рис. 1.2) наиболее широкое распространение получили следующие конструкции: призматический симметричный a ; щелевой b ; спиральный c и двойной спиральный d .

Прямые врубы представляют собой комбинацию параллельных заряженных шпуров, взрыв которых работает на компенсационную полость, создаваемую холостым шпуrom (системой холостых шпуров) или скважиной. Взрыв последующих шпуров расширяет врубовую полость до размеров, достаточных для последующей отбойки вспомогательными (отбойными) шпурами с постоянной, предельной для конкретных горнотехнических условий линией сопротивления.

Параметры прямых врубов принимаются в зависимости от конструкции вруба, крепости пород, диаметра компенсационной полости (шпура или скважины, их количества). Наиболее ответственными являются первый шпур или серия шпуров, взрывааемых на компенсационную полость. Поэтому для повышения эффективности взрыва целесообразно в качестве компенсационной полости использовать шпур увеличенного диаметра, систему холостых шпуров или скважину.

Расстояние между компенсационной полостью и первым взрывааемым шпуrom или серией шпуров (пробивное расстояние W_1) рекомендуется принимать для шпуров диаметром 42 мм при использовании аммонита № 6 ЖВ в патронах диаметром 32 мм по табл. 1.8.

При применении другого типа ВВ или другой конструкции заряда пробивное расстояние W_1 , определенное по табл. 1.7, умножается на поправочный коэффициент, рассчитанный по формуле (1.1).

Пробивные расстояния W_1 учитывают возможное отклонение шпуров от заданного направления. С увеличением глубины шпуров растет их отклонение, поэтому при глубине шпуров до 2,5 м достаточно принимать диаметр первона-

чальной компенсационной полости не более 50-60 мм; при шпурах глубиной до 3 м – 70-105 мм и при шпурах до 4 м – 105-125 мм, что позволит сохранить КИШ в пределах 0,85-0,9.

Пробивные расстояния для шпуров, взрывааемых вторыми и последующими во врубе (W_1, W_2, W_3 и т. д.), принимаются равными 0,8 от ширины (наибольшего размера) ранее образованной врубовой полости.

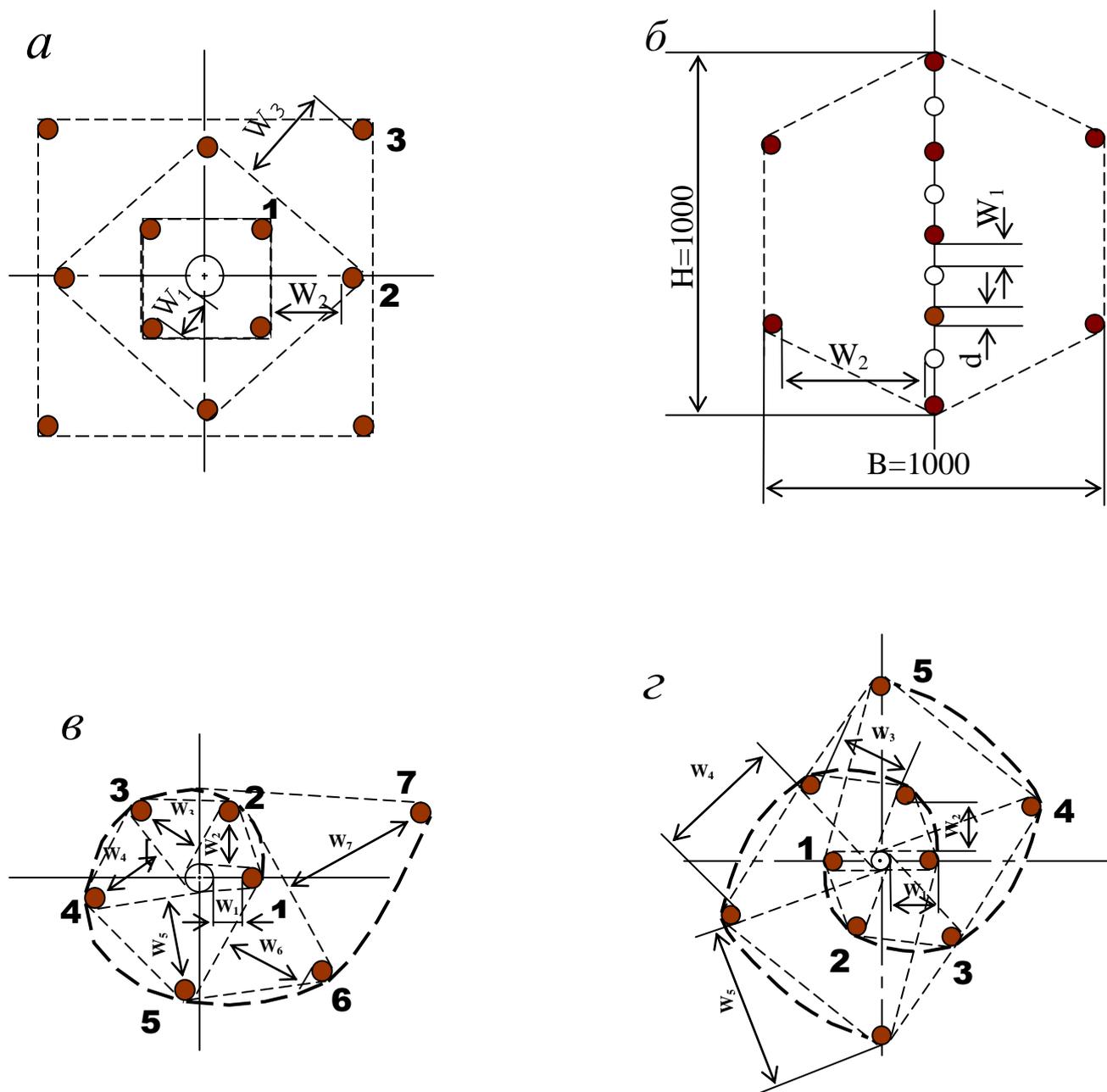


Рис. 3.2. Конструкции прямых врубов:
a – призматический симметричный; *б* – щелевой; *в* – спиральный;
г – двойной спиральный

Пробивные расстояния W_1 , мм

Диаметр холостого шпура или скважины D_x , мм	Коэффициент крепости пород f						
	2-5	6-7	8-9	10-12	13-15	16-17	18-20
42	115	100	90	80	60	60	55
51	125	110	100	90	80	70	65
56	150	130	110	95	90	85	75
75	170	150	130	105	100	95	85
105	190	170	150	120	110	105	95
125	230	200	170	140	120	110	100

Например, пробивное расстояние для шпуров спирального вруба, взрывааемых вторыми, т. е. на обнаженную поверхность, образованную взрывом первого шпура, определяют по данным табл. 3.9 или по зависимости, мм:

$$W_2 = 0,8 \cdot (W_1 + D_x + d), \quad (3.6)$$

где W_1 – пробивное расстояние для первого шпура (см. табл. 1.7);

D_x – диаметр компенсационной полости (холостого шпура или скважины);

d – диаметр заряженных шпуров.

Пробивные расстояния (W_2 , W_3 и т. д.) для любого типа вруба могут быть определены графически путем последовательного построения расширяющейся врубовой полости (см. рис. 1.2) в масштабе 1:5.

Таблица 3.9

Пробивные расстояния W_2 , мм

Диаметр холостого шпура или скважины D_x , мм	Коэффициент крепости пород f						
	2-5	6-7	8-9	10-12	13-15	16-17	18-20
42	170	150	140	130	120	115	110
51	180	160	150	140	130	120	115
56	210	180	170	160	150	140	130
75	260	210	200	185	170	150	140
105	300	260	240	215	200	185	175
125	340	300	270	250	230	220	215

Расчёты и построения выполняются до тех пор, пока не образуется врубовая полость размером в пределах от 0,9×0,9 до 1,2×1,2 м. Такой размер врубовой полости является достаточным и позволяет в дальнейшем производить отбойку породы вспомогательными и оконтуривающими шпурами уже с постоянной линией наименьшего сопротивления, которая соответствует предельному пробивному расстоянию шпурового заряда при взрывании его на неограниченную свободную поверхность.

Предельные пробивные расстояния для вспомогательных и оконтуривающих шпуров при их диаметре 42 мм, заряженных аммонитом № 6ЖВ в патронах диаметром 32 мм, приведены в табл. 3.10.

Таблица 3.10

**Предельные пробивные расстояния
для вспомогательных и оконтуривающих шпуров, мм**

Диаметр шпуров, мм	Коэффициент крепости пород f						
	2-5	6-7	8-9	10-12	13-15	16-17	18-20
42	1000-900	800	700	650	600	550	500

Опыт работы и расчёты показывают, что для образования врубовой полости сечением 0,8-1,4 м² необходимо принять 8-12 шпуров в зависимости от диаметра компенсационной полости и коэффициента крепости пород.

При применении щелевого вруба пробивное расстояние между заряжаемыми и холостыми шпурами принимается по данным табл. 1.8. Количество заряжаемых N_z и холостых N_x шпуров в щелевом врубе при их одинаковом диаметре определяют по формулам:

$$N_z = \frac{H}{2(W_1 + d)} + 1, \quad (3.7)$$

$$N_x = \frac{H}{2(W_1 + d)}, \quad (3.8)$$

где H – высота вруба, мм;

W_1 – пробивное расстояние, мм;

d – диаметр шпуров, мм.

Щелевой вруб (рис. 3.2, б) высотой 1000 мм с последующим расширением полости четырьмя шпурами дает высокие показатели в породах любой крепости и в выработках любого сечения. Пробивное расстояние W_2 для шпуров, взрывааемых во вторую очередь, принимается равным 500 мм, а расстояние между шпурами по вертикали 700–800 мм в породах любой крепости.

Могут быть приняты другие конструкции прямых врубов, но принцип расчета их параметров будет аналогичен.

После расчета параметров принятого прямого вруба (пробивных расстояний и числа шпуров во врубе) определяется площадь вруба по забою выработки, что необходимо для определения количества остальных шпуров.

Глубина (длина) холостых и заряжаемых шпуров прямого вруба должна приниматься больше на 10 % по сравнению с глубиной вспомогательных и оконтуривающих шпуров.

При ведении взрывных работ на угольных шахтах, опасных по газу или пыли, при определении расстояний между смежными шпурами следует придерживаться дополнительных требований ЕПБ.

Расстояние от заряда ВВ до ближайшей поверхности должно быть не менее 0,5 м по углю и не менее 0,3 м по породе, в том числе и при взрывании зарядов в породном негабарите. В случае применения ВВ VI класса при взрывании по углю это расстояние допускается уменьшать до 0,3 м.

Минимально допустимые расстояния между смежными (взрываемыми последовательно) шпуровыми зарядами должны соответствовать данным табл. 3.11.

В породах с $f > 10$ расстояние между смежными шпуровыми зарядами должно определяться нормативами, разработанными по согласованию с организацией-экспертом по безопасности работ.

Поскольку при применении прямых врубов с незаряжаемыми шпурами (см. рис. 3.2) данные требования, как правило, невыполнимы, то в угольных шахтах, опасных по газу или пыли, применяются прямые врубы, работающие по принципу воронкообразования.

Таблица 3.11

Минимально допустимые расстояния между смежными шпуровыми зарядами

Условия взрывания	Класса ВВ			
	II	III-IV	V	VI
По углю	0,6	0,6	0,5	0,4
По породе:				
при $f < 7$	0,5	0,45	0,3	0,25
при $f > 10$	0,4	0,3	–	–

В породах с коэффициентом крепости $f < 6$ обычно применяется прямой призматический вруб из 4–6 шпуров, которые располагаются по контуру окружности или периметру прямоугольника и взрываются одновременно в один приём. Расстояние между врубовыми шпурами следует принимать в соответствии с рекомендациями табл. 3.11. При проведении выработок в более крепких породах целесообразно использовать двойной призматический вруб из 6–8 шпуров с соблюдением тех же требований, которые взрываются короткозамедленно и последовательно в два приёма.

3.2.4. Определение удельного заряда ВВ

Величина удельного заряда ВВ, т. е. количество ВВ, необходимое для заряжания в шпуры единицы объёма обуренного массива (с учетом эффективного разрушения), зависит от крепости пород, сечения выработки, типа ВВ и условий взрывания (наличия обнажённой поверхности, структуры породы, плотности ВВ при заряжании, типа вруба).

Удельный заряд **при врубах с наклонными шпурами** рекомендуется определять по видоизменённой формуле Н. М. Покровского:

$$q = 0,1 \cdot f \cdot f_1 \cdot v / e, \quad (3.9)$$

где q – удельный заряд ВВ, кг/м³;

f – коэффициент крепости по М. М. Протоdjяконову. В породах с $f > 16$ в формуле (3.9) принимать 0,08 вместо 0,1;

f_1 – коэффициент структуры породы;

ν – коэффициент зажима породы, зависящий от площади поперечного сечения выработки и количества обнажённых поверхностей;

e – коэффициент взрывной эффективности заряда ВВ.

Коэффициент относительной эффективности заряда ВВ определяется из выражения

$$e = \frac{Q_{\text{ид}} \cdot \rho}{Q_{\text{ид.э}} \cdot \rho_э}, \quad (3.10)$$

где $Q_{\text{ид}}$, $Q_{\text{ид.э}}$ – идеальная работа взрыва принятого и эталонного ВВ, кДж/кг;

ρ , $\rho_э$ – плотность заряда принятого и эталонного ВВ, кг/м³.

Необходимые данные для расчета величины e принимают из табл. 3.2. При средней плотности заряда ВВ значение коэффициента взрывной эффективности можно принять из этой же таблицы. В качестве эталонного ВВ в формуле (3.10) и в табл. 3.2 принят аммонит № 6ЖВ.

Значение коэффициента структуры породы f_1 принимается из табл. 3.12.

Таблица 3.12

Коэффициент структуры породы f_1

Характеристика пород	Категория пород	Коэффициент структуры породы f_1
Монолитные, крепкие, вязкие, упругие	I	1,6
Трещиноватые, крепкие	II	1,2-1,4
Массивно-хрупкие	III	1,1
Сильнотрещиноватые, мелкослоистые, большинство пород угольных бассейнов	IV	0,8-0,9

Коэффициент зажима породы при одной обнаженной поверхности в забоях горизонтальных и наклонных выработок определяется из выражения

$$\nu = \frac{6,5}{\sqrt{S_{\text{вч}}}}, \quad (3.11)$$

где $S_{\text{вч}}$ – площадь поперечного сечения вчерне, м².

При двух обнаженных поверхностях коэффициент зажима принимается в пределах $\nu = 1,1-1,4$ (меньшие значения – для больших сечений выработок).

При щелевом врубе на полную высоту выработки для определения удельного заряда для шпуров по забою, кроме врубовых, в формуле (3.9) следует принимать коэффициент зажима породы $\nu = 1,4$.

Прямые (дробящие) врубы требуют повышенного удельного заряда ВВ. По формуле (3.9) при применении прямых врубов определяют удельный заряд только для вспомогательных и оконтуривающих шпуров с коэффициентом зажима породы $\nu = 1,1-1,4$.

3.2.5. Выбор диаметра шпура

Диаметр шпуров выбирается в зависимости от стандартного диаметра патрона принятого типа ВВ. В табл. 1.2 указаны стандартные диаметры патронов промышленных ВВ. При выпуске ВВ в патронах различных диаметров следует принимать диаметр патрона с учётом сечения выработки и типа буровой техники. При использовании мощных бурильных машин и при больших сечениях выработки принимают патроны с большим диаметром или механизированное зарядание гранулированными ВВ.

При применении метода контурного взрывания в оконтуривающих шпурах следует уменьшить линейную плотность заряжения. С этой целью рекомендуется применять, например, специальные патроны типа ЗКВК из аммонита № 6ЖВ диаметром 26 мм длиной 360 мм в полиэтиленовых оболочках. Эти патроны имеют соединительные муфты с лепестками, позволяющими стыковать их и центрировать по оси шпура с созданием воздушного промежутка между патронами и стенками шпура.

Диаметр шпуров при использовании патронированных ВВ принимается не менее чем на 5 мм больше диаметра патрона. При применении машин ударного-поворотного и вращательного-ударного бурения и патронированных ВВ диаметр шпуров обычно составляет 38–42 мм. При механизированном зарядании шпуров гранулированными ВВ в горнорудной промышленности диаметр шпуров принимается в пределах от 38 до 52 мм в зависимости от сечения выработки, детонационной способности ВВ и взрываемости пород.

При бурении по углю и породам угольной формации используются шпуры диаметром 37–46 мм.

3.2.6. Определение количества шпуров

Количество шпуров в забое зависит от физико-механических свойств пород, поперечного сечения выработки, параметров зарядов и типа принятого вруба.

Количество шпуров на забой **при врубах с наклонными шпурами** определяют по формуле проф. Н. М. Покровского

$$N = q \cdot S_{вч} / \gamma, \quad (3.12)$$

где q – удельный заряд ВВ, определяемый по формуле (1.9), кг/м³;

$S_{вч}$ – площадь сечения выработки в черне, м²;

γ – весовое количество ВВ (вместимость), приходящееся на 1 м шпура, кг/м.

$$\gamma = 3,14 d^2 \rho \alpha / 4, \quad (3.13)$$

где d – диаметр заряда (патрона ВВ или шпура), м;

ρ – плотность ВВ в заряде, кг/м³;

α – коэффициент заполнения шпуров.

При ручном зарядании без уплотнения ВВ в шпуре используется параметр «диаметр патрона», а параметр «диаметр шпура» – при уплотнении патронов вручную с разрезанием оболочки или при механизированном зарядании.

При разрезании оболочки патронов плотность ВВ в шпуре принимается равной 0,9 от плотности ВВ в патроне (см. табл. 3.2). При механизированном зарядании шпуров гранулированными ВВ плотность ВВ в шпуре составляет 1150–1200 кг/м³.

Коэффициент заполнения шпуров в выработках шахт, не опасных по взрыву газа или пыли, проходимых в крепких породах, принимается максимальным (0,7-0,9).

В выработках шахт, опасных по газу или пыли и в породах с $f = 2-8$ – коэффициент заполнения принимается 0,35-0,55; в более крепких породах – 0,5-0,6. При этом при ведении взрывных работ на угольных шахтах, опасных по взрыву газа или пыли, величина забойки должна быть не менее 0,5 м.

Во всех случаях с увеличением длины шпуров коэффициент заполнения шпуров увеличивается.

Полученное по формуле (3.12) количество шпуров является ориентировочным (см. табл. 3.13) и может быть изменено при необходимости на 10–15 %. Окончательно число шпуров принимается после вычерчивания схемы расположения шпуров в сечении выработки (рекомендуемый масштаб – 1:50-1:20), и только затем возобновляется расчёт.

Таблица 3.13

Ориентировочное количество шпуров на забой в зависимости от коэффициента крепости пород и сечения выработок

Коэффициент крепости пород f	Сечение выработки вчерне, м ²						
	4	6	8	10	12	14	16
2-4	8-11	12-16	17-21	22-27	28-33	34-38	35-42
5-7	12-16	17-21	22-27	28-33	34-38	39-42	43-46
8-10	16-20	21-26	27-32	33-37	38-42	42-46	47-50
12-14	20-24	26-30	32-36	37-42	42-46	46-50	50-54
более 14	26-28	32-36	36-40	44-48	48-52	52-54	56-60

При вычерчивании схемы расположения шпуров при любом типе вруба среднее расстояние между рядами вспомогательных шпуров, между вспомогательными и оконтуривающими и между шпурами в рядах должно быть примерно одинаковым и приниматься в соответствии с рекомендациями табл. 1.10 или определяться из выражения

$$a = \sqrt{\frac{S_{вч} - S_{вр}}{N - N_{вр}}}, \quad (3.14)$$

где $S_{вч}$ – площадь сечения выработки вчерне, m^2 ;

$S_{вр}$ – площадь сечения врубовой полости (для вертикального клинового вруба принимается равной половине площади прямоугольника, образованного устьями врубовых шпуров на плоскости забоя), m^2 ;

$N, N_{вр}$ – общее число на забой и число врубовых шпуров.

Оконтуривающие шпуры располагают с наклоном $85-87^\circ$ к плоскости забоя с таким расчетом, чтобы их концы вышли за проектный контур сечения выработки вчерне только за линией уходки. Забуриваются оконтуривающие шпуры на минимальном расстоянии ($150-200$ мм) от проектного контура выработки с учётом принятой буровой техники.

При применении прямых врубов количество шпуров определяется по формуле

$$N = N_{вр} + q \cdot (S_{вч} - S_{вр}) / \gamma, \quad (3.15)$$

где $N_{вр}$ – количество врубовых шпуров (см. раздел 1.2.3.2);

$S_{вр}$ – площадь поперечного сечения прямого вруба, m^2 .

При контурном взрывании число оконтуривающих шпуров необходимо увеличивать. При этом параметры зарядов в оконтуривающих шпурах (удельный заряд, расстояние между шпурами и др.) рассчитываются по специальным методикам ([3] и др.).

3.2.7. Определение расхода взрывчатых материалов

Количество ВВ (кг) на цикл при **врубках с наклонными шпурами**

$$Q = q \cdot S_{вч} \cdot l_{шп}, \quad (3.16)$$

где $l_{шп}$ – глубина заходки, равная глубине вспомогательных и оконтуривающих шпуров, м.

Средняя величина заряда (кг) на один шпур

$$q'_{ср} = Q / N. \quad (3.17)$$

Количество ВВ (кг) на цикл **при врубах с прямыми шпурами** (кг)

$$Q = Q_{вр} + q \cdot (S_{вч} - S_{вр}) \cdot l_{шп}, \quad (3.18)$$

где $Q_{вр}$ – количество ВВ во врубовых шпурах, принимается как сумма зарядов врубовых шпуров. Величина заряда (кг) во врубовый шпур принимается

$$q'_{вр} = 0,785 \cdot d^2 \cdot \rho \cdot \alpha \cdot l_{вр}, \quad (3.19)$$

где d – диаметр патрона ВВ или шпура, в зависимости от способа заряжания, м;

ρ – плотность ВВ в заряде, $кг/м^3$;

α – коэффициент заполнения врубового шпура, $0,7-0,95$ (в зависимости от длины шпуров и крепости пород);

$l_{вр}$ – длина врубовых шпуров, м (принимается на 10 % больше длины вспомогательных и оконтуривающих шпуров).

Средняя величина заряда (кг) на один вспомогательный и оконтуривающий шпур **при прямых врубах**

$$q_{ср}'' = \frac{q \cdot (S_{вч} - S_{вр}) \cdot l_{шп}}{N - N_{вр}}. \quad (3.20)$$

При распределении ВВ по шпурам величину заряда во врубовые шпуры **при наклонных врубах** следует принимать на 10-20 % больше средней величины $q'_{ср}$ (кг)

$$q_{вр}^* = (1,1 \div 1,2) q'_{ср}. \quad (3.21)$$

В оконтуривающих шпурах, кроме почвенных, при любых типах врубов величину заряда следует уменьшать на 10-20 % по сравнению со средней величиной $q'_{ср}$ (кг)

$$q_{ок}^* = (0,9 \div 0,8) q'_{ср}. \quad (3.22)$$

Обычно в практике взрывных работ величина заряда во вспомогательных шпурах принимается равной средней величине заряда в шпурах $q'_{ср}$:

$$q_{всп}^* = q'_{ср}. \quad (3.23)$$

Полученные величины зарядов во врубовых, вспомогательных и оконтуривающих шпурах при ручном заряжении патронированными ВВ принимают **кратными массе патронов ВВ.**

При механизированном заряжении заряд ВВ в шпуре состоит из патрона боевика (0,2 или 0,25 кг) и собственно заряда гранулированного ВВ, масса которого принимается кратной 0,1 кг.

После определения величин зарядов ВВ в шпурах каждой группы следует проверить возможность размещения их в шпурах, учитывая длину и массу патронов, а также линейную плотность заряжения при применении гранулированных ВВ.

Фактический расход ВВ (кг) на цикл

$$Q_{ф} = \sum q_{вр}^* + \sum q_{всп}^* + \sum q_{ок}^*. \quad (3.24)$$

Расход ВВ (кг) на погонный метр выработки

$$Q_{м} = Q_{ф} / (l_{шп} \eta), \quad (3.25)$$

где η – КИШ (принимается равным 0,85-0,95 в зависимости от крепости пород).

Объём горной массы за взрыв

$$Q_{гм} = S_{пр} l_{шп} \eta, \quad (3.26)$$

где $S_{пр} = S_{вч} \cdot \text{КИС}$ – сечение выработки в проходке, м^2 , которое следует определять в соответствии с рекомендациями таблицы 3.14.

Удельный расход ВВ (кг) на 1 м^3 взорванной породы

$$q_p = Q_{\phi} / Q_{\text{гм}}. \quad (3.27)$$

Таблица 3.14

Допустимое нормативное увеличение (в %) поперечного сечения горизонтальных горных выработок при проходке буровзрывным способом

Поперечное сечение горных выработок вчерне (по проекту), м^2	Коэффициент крепости пород f		
	1–2	2–9	10–20
до 8	5*	10	12
от 8 до 15	4	8	10
более 15	3	5	7

*Коэффициент излишка сечения: $\text{КИС} = 1 + \Delta = 1 + 5/100 = 1,05$.

Расход ЭД, КД (систем неэлектрического взрывания) определяется по числу взрываемых зарядов.

Расход ЭД, КД на 1 метр выработки:

$$N_m = N_{\text{кд}} / (l_{\text{шт}} \eta). \quad (3.28)$$

Удельный расход ЭД, КД на 1 м^3 взорванной породы:

$$N_p = N_{\text{кд}} / (S_{\text{пр}} l_{\text{шт}} \eta). \quad (3.29)$$

Заводы-изготовители производят неэлектрические системы инициирования с длинами волноводов, определяемыми заказами потребителей.

Длина УВТ ориентировочно определяется по формуле:

$$L_{\text{увт}} = l_{\text{шт}} + B / 4 + 0,5, \quad (3.30)$$

где B – ширина выработки, м;

0,5 –длина УВТ для сборки пучков, м.

3.3 РАСЧЕТ ЭЛЕКТРОВЗРЫВНОЙ СЕТИ

При расчете электровзрывной сети определяют её сопротивление и сопротивление её отдельных ветвей. Для проверки обеспечения безотказности взрывания всех электродетонаторов, включённых в сеть, при известном напряжении (принятом источнике тока) выполняется проверочный расчет, при котором определяют общую величину тока в сети и величину тока, поступающего в каждый электродетонатор.

Если необходимо выбрать источник тока, определяют общее сопротивление сети и минимальную силу тока в цепи, обеспечивающую безотказное взры-

вание всех электродетонаторов, после чего находят необходимое напряжение и подбирают источник тока (табл. 3.15).

Сопrotивление магистральных и соединительных проводов, а также участков, если они имеются при конкретной схеме взрывания, принимается по табличным данным или вычисляется по формуле

$$R = \rho (l/S), \quad (3.31)$$

где R – сопротивление проводов, Ом;

ρ – удельное сопротивление материала проводов, которое принимается для медных проводов $0,0172 \cdot 10^{-6}$, для алюминиевых $0,0286 \cdot 10^{-6}$ и для стальных $0,12 \cdot 10^{-6}$ Ом·м;

l – длина проводов, м. Длину проводов принимают на 10 % больше расчётной, учитывая изгибы и сrostки;

S – сечение проводов, м².

Сопrotивление электродетонаторов при расчёте сети принимается по табличным данным с учётом длины выводных проводов (см. табл. 1.3). Сопrotивление электродетонаторов нормальной чувствительности в зависимости от длины выводных медных проводов с диаметром жилы 0,5 мм составляет от 1,8 до 3,6 Ом. При расчёте величину сопротивления электродетонаторов нормальной чувствительности обычно принимают равной 3 Ом.

Таблица 3.15

Взрывные приборы и машинки

Наименование прибора (исполнение)	Напряжение, В	Масса, кг	Максимальное сопротивление электровзрывной сети, Ом	Назначение и область применения
Конденсаторный взрывной прибор КВП-1/100М (РВ)	600	2	320	Взрывание ЭД нормальной чувствительности на поверхности и в шахтах, опасных и не опасных по взрыву газа или пыли
КВП-2/200М (РН)	1700	2,5	1700	
Конденсаторный взрывной прибор ПИВ-100М (РВ)	610	2,7	320	Взрывание ЭД нормальной чувствительности на поверхности и в шахтах, не опасных по взрыву газа или пыли
Конденсаторная взрывная машинка КПМ-3 (РН)	1600	3,0	200	

При электрическом способе взрывания в каждый электродетонатор нормальной чувствительности должен поступать постоянный гарантийный ток силой не менее $I_{\text{гар}} = 1$ А при числе ЭД до 100 штук и не менее $I_{\text{гар}} = 1,3$ А при числе ЭД более 100 штук, или переменный ток силой не менее $I_{\text{гар}} = 2,5$ А.

Для электродетонаторов пониженной чувствительности к блуждающим токам (ЭД-1-8-Т, ЭД-1-3-Т) гарантийный ток следует принимать не менее 5 А.

Проверочный расчёт электровзрывной сети производится по следующим формулам в зависимости от схемы соединения:

а) при последовательном соединении

$$I = \frac{E}{R + rn}, \quad i = I \geq I_{\text{гар}}, \quad (3.32)$$

б) при параллельном соединении

$$I = \frac{E}{R + r/n}, \quad i = I/n \geq I_{\text{гар}}, \quad (3.33)$$

в) при смешанном последовательно-параллельном соединении

$$I = \frac{E}{R + rn/m}, \quad i = I/m \geq I_{\text{гар}}, \quad (3.34)$$

г) при смешанном параллельно-последовательном соединении

$$I = \frac{E}{R + rm/n}, \quad i = I/m \geq I_{\text{гар}}, \quad (3.35)$$

где I – сила тока в электровзрывной сети, А;

E – электродвижущая сила источника тока или напряжение на клеммах, В;

R – сопротивление всех проводов (магистральных, соединительных, участковых) и внутреннее сопротивление источника, Ом;

n – число последовательно соединённых электродетонаторов в сети или группе;

m – число параллельно включённых групп электродетонаторов при смешанном соединении;

i – сила тока, поступающего в каждый электродетонатор, А;

$I_{\text{гар}}$ – гарантийная сила тока, необходимая для безотказного взрывания электродетонаторов, А;

r – сопротивление электродетонатора, Ом.

При проведении горизонтальных выработок обычно применяется последовательная схема соединения электродетонаторов во взрывной сети. В этом случае общее сопротивление взрывной сети можно определить по формуле:

$$R_{\text{общ}} = r_n + r_c L_c + r_m L_m, \quad (3.36)$$

где r_c , r_m – сопротивление соответственно 1 м соединительных и магистральных проводов, Ом (принимается по данным табл. 3.16 или рассчитывается по формуле (3.31));

L_c , L_m – длина соответственно соединительных и магистральных проводов, м.

Характеристики проводов для электровзрывания

Обозначение	Назначение	Диаметр жилы, мм	Площадь сечения, мм ²	Сопротивление 1 м провода, Ом/м
ВП-05	соединительные	0,5	0,196	0,090
ВП-08	магистральные	0,8	0,502	0,034
ВП-07x2	магистральные	0,7x2	0,769	0,024

Магистральные провода (постоянная взрывная магистраль) подключаются обычно на расстоянии не ближе 30 м от забоя и могут отставать от места взрыва не более чем на 100 м. Место укрытия взрывника при проходке горизонтальных выработок должно находиться не ближе 150 м от забоя. Электровзрывная сеть должна быть двухпроводной.

В шахтах (рудниках), опасных по газу или пыли, должны применяться электродетонаторы только с медными проводами. Это требование также распространяется на соединительные и магистральные провода (кабели) электровзрывной сети.

Если проверочный расчет показывает неприменимость последовательной схемы соединения электродетонаторов (ввиду того, что $i < I_{\text{гap}}$), следует принимать последовательно-параллельную схему соединения. Тогда число последовательно включённых электродетонаторов в сети или группе и число групп, включённых параллельно, определяют по формулам

$$n = \frac{E}{2I_{\text{гap}} + R}, \quad (3.37)$$

$$m = \frac{E}{2I_{\text{гap}} + r}. \quad (3.38)$$

Если общее число электродетонаторов, подлежащих взрыванию, равно $M = n \cdot m$, то, определив один из множителей, вычисляют другой.

3.4 ВЫБОР БУРОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Тип бурильной машины выбирается в зависимости от коэффициента крепости горных пород, глубины шпуров и необходимой производительности машины при выполняемом объёме буровых работ.

Бурение шпуров производится ручными, колонковыми электро- и пневмосвёрлами, переносными перфораторами и бурильными установками.

Выбор типа бурильной машины и установочного приспособления в зависимости от крепости пород ориентировочно можно производить по табл. 3.1.

Ручные электросвёрла ЭР14Д-2М, ЭР18Д-2М, СЭР-19М применяются для бурения шпуров диаметром 36-44 мм и глубиной до 3 м по углю и породам с коэффициентом крепости до 4.

При бурении по крепким углям и породам средней крепости применяются электросвёрла ЭРП18Д-2М и СРП-1 с принудительной подачей.

Ручные пневматические свёрла СР-3, СР-3М, СПР-8 применяются на шахтах, опасных по газу или пыли, для бурения шпуров диаметром 36 мм и глубиной до 3 м при проведении выработок по углю и породам с коэффициентом крепости до 4. Свёрло СГ-3Б с применением пневмоподдержки применяются для бурения шпуров в породах с коэффициентом крепости до 6.

При проведении горизонтальных и наклонных выработок при бурении шпуров диаметром 40-46 мм и глубиной до 5 м в крепких и средней крепости с коэффициентом более 5 применяют переносные перфораторы ПП36В, ПП54В, ПП54ВБ, ПП63В, ПП63ВБ, ПП63П, ПП63С, ПП63СВП массой 24-33 кг с энергией удара от 36 до 63 Дж. Обычно глубина шпуров при бурении переносными перфораторами составляет 1,5-2,5 м.

Таблица 3.17

**Область применения бурильных машин
и установочных приспособлений**

Коэффициент крепости пород	Тип бурильных машин и установочных приспособлений
1,5–3	Ручные электросвёрла и пневмосвёрла, лёгкие перфораторы на пневмоподдержках
4–6	Бурильные установки вращательного действия, перфораторы лёгкого и среднего веса на пневмоподдержках, колонковые или длинноходовые электросвёрла на манипуляторах
7–9	Бурильные установки вращательно-ударного действия, перфораторы среднего веса и тяжёлые на пневмоподдержках, колонковые или длинноходовые электросвёрла на манипуляторах
10–20	Бурильные установки вращательно-ударного действия, тяжёлые перфораторы на пневмоподдержках, колонковые перфораторы на распорных колонках или манипуляторах

Телескопные перфораторы ПТ-29М, ПТ36М, ПТ38, ПТ48 применяются при проведении восстающих выработок и для бурения шпуров в крепких породах под анкерную (штанговую) крепь.

Для облегчения труда бурильщиков и повышения скорости бурения применяются колонковые электросвёрла, электросвёрла на манипуляторах и колонковые перфораторы.

Колонковые электросвёрла применяются при бурении шпуров диаметром 36-50 мм в породах с коэффициентом крепости 5-10. Промышленностью выпускаются колонковые электросвёрла ЭБПП-1, ЭБПП-2У5, которые устанавливаются на распорных колонках или на манипуляторах бурильных установок.

Съёмные бурильные машины типа БУЭ вращательного действия применяют на бурильных установках при бурении шпуров диаметром 42 мм, длиной до 3 м в породах с $f < 8$.

Колонковые перфораторы, более мощные чем ручные, применяются для бурения шпуров с колонок, манипуляторов и буровых кареток при проведении выработок в крепких и очень крепких породах.

В горнодобывающей промышленности применяют колонковые перфораторы ПК-50, ПК-65, ПК-75, ПК-120, ПК-150. Применение колонковых перфораторов и электросвёрл на распорных колонках при проходке выработок ограничено из-за значительных затрат времени на монтаж, демонтаж и переустановку колонок. Поэтому чистое время бурения составляет 20-35 % от общих затрат времени на бурения шпуров.

Механизированное бурение шпуров производят бурильными установками (каретками) и навесным оборудованием, смонтированным на погрузочных машинах.

Отечественной промышленностью выпускаются бурильные установки (каретки) вращательного бурения с колонковыми электросверлами БУЭ-1м, БУЭ-2, вращательно-ударного и ударно-поворотного бурения БУ-1, БУР-2, СБУ-2м, СБУ-2К, УБШ.

В угольной промышленности наибольшее распространение получили установки БУ-1, БУР-2, БУЭ-1 и БУЭ-2. С использованием этих установок производят около 50 % выработок.

Установки вращательного бурения применяют при проведении выработок в породах с $f < 8$; ударно вращательного действия с машинами БГА-1 в породах с $f = 6-10$, с машинами БГА-1М, БГА-2М в породах с $f = 10-14$; ударно-поворотного действия в породах с $f = 10-20$.

Технические характеристики бурильных установок приведены в табл. 3.2 – 3.3.

При определении бурильного оборудования следует принимать один перфоратор (сверло) не менее чем на 2 м² площади забоя горизонтальной или наклонной выработки; на каждые три рабочие машины одну резервную.

Одну бурильную установку принимают не менее чем на 9 м² площади забоя горизонтальной выработки. На каждую работающую в забое установку – рабочий и резервный комплекты инструмента.

Таблица 3.18

Характеристики отечественных бурильных установок для бурения шпуров при проходке горизонтальных выработок

Характеристики	Тип бурильной установки					
	УБШ-204 (БУЭ-1М)	УБШ-214А	УБШ-308У (1СБУ-2)	УБШ-303 (1БУР-2)	УБШ-254	УБШ-332Д
Коэффициент крепости пород f	4-8	4-16	8-14	4-16	8-14	8-14
Диаметр шпуров, мм	42	42-52	42-52	42-52	42-52	42-52
Длина шпуров, м	2,75	2,75	2,8	2,8	2,4	3,0

Зона бурения, м ²		6-12	4,2-12	до 20	до 20	до 12	8-22
Бурильная машина	тип	БУЭ	М2 (БГА-2М)	М2 (БГА-2М)	М2 (БГА-2М)	«Норит-1» (гидравл.)	М2 (БГА-2М)
	кол-во	1	1	2	2	1	2
Тип платформы		рельс.	рельс.	гусен.	рельс.	гусен.	пневм.
Размеры (м) в транспортном положении:							
длина		8,2	6,0	7,8	7,1	7,2	11,0
ширина		1,3	1,0	1,6	1,15	1,4	1,75
высота		0,9	1,5	1,7	1,65	1,8	2,3
Масса, т		5,4	4	8,6	5	7,2	12

Таблица 3.9

Характеристики зарубежных бурильных установок для бурения шпуров при проходке горизонтальных выработок

Характеристики	Тип бурильной установки					
	Minimatic 205-40	Mini 206-60	Paramatic 305-60	Rocket Bomer 104S	Rocket Bomer 282S	
Коэффициент крепости пород f	8-20	8-20	8-20	8-20	8-20	
Диаметр шпуров, мм	32-50	32-50	32-50	32-50	32-50	
Длина шпуров, м	3,4	3,4	3,4	4,0	4,0	
Высота обуривания, м	6,0	6,4	7,1	4,7	6,3	
Ширина обуривания, м	8,8	9,8	10,4	4,7	8,7	
Зона бурения, м ²	8-49	8-60	12-68	до 20	до 45	
Бурильная машина	тип	HL 510S-45 гидравл.	HL 510S-45 гидравл.	HL 510S-45 гидравл.	СОР 1838 МЕ пневмат.	СОР 1838 МЕ пневмат.
	кол-во	2	2	3	1	2
Тип платформы	пневм.	пневм.	пневм.	пневм.	пневм.	
Размеры (м) в транспортном положении:						
длина	12,3	12,7	5,3	9,8	12,1	
ширина	1,98	2,24	2,5	2,0	2,0	
высота	2,35	2,35	2,8	2,6	3,1	
Масса, т	19	20	36	14	18	

При применении бурильных установок глубина шпуров изменяется от 2 до 3,75 м. В этом случае необходимо использование прямых врубов, так как обуривание вертикального клинового вруба в большинстве случаев технически неосуществимо из-за невозможности соблюдения требуемого угла наклона врубовых шпуров.

При ручном бурении шпуров площадь забоя, приходящаяся на одну бурильную машину, изменяется в широких пределах – от 2 до 5 м².

3.5. СОСТАВЛЕНИЕ ПАСПОРТА БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ

На основании выполненных расчетов составляется паспорт буровзрывных работ, который включает в себя: характеристику выработки; характеристику пород; схему расположения шпуров в трёх проекциях; наименования ВМ; способ взрывания; данные о способе заряжания, числе шпуров, их глубине и диаметре, массе и конструкции зарядов, последовательности и количестве приёмов взрывания зарядов, материале забойке и её длине, длинах ударно-волновых трубок систем неэлектрического взрывания; схему монтажа взрывной (электро-взрывной) сети с указанием длины (сопротивления), замедлений, схемы и времени проветривания забоя.

Дополнительно указывается величина радиуса опасной зоны, места укрытий взрывника и рабочих, установки постов охраны и предупредительных знаков.

В шахтах, опасных по взрыву газа или пыли, в паспорте должны быть указаны количество и схема расположения специальных средств по предотвращению взрывов газа (пыли), а также режим взрывных работ.

Пример оформления графической части:

Паспорт буровзрывных работ на проведение

(наименование выработки)

1. Характеристика выработки

- 1.1. Форма сечения выработки _____
- 1.2. Площадь поперечного сечения выработки в черне, м² _____
- 1.3. Размеры сечения выработки - высота, м _____
- ширина, м _____
- 1.4. Категория шахты по газу или пыли _____

2. Характеристика пород

- 2.1. Наименование пород _____
- 2.2. Коэффициент крепости пород по шкале М. М. Протоdjeяконова _____
- 2.3. Трещиноватость пород _____
- 2.4. Обводнённость пород _____

3. Исходные данные

- 3.1. Наименование ВВ и средств инициирования _____
- 3.2. Способ взрывания _____
- 3.3. Диаметры - шпуров, мм _____
- патронов, мм _____
- 3.4. Тип вруба _____
- 3.5. Материал забойки _____
- 3.6. Схема соединения электродетонаторов _____
- 3.7. Источник электрического тока _____

4. Расчётные данные по шпурам

№№ шпуров	Наименование шпуров по назначению	Глубина шпуров, м	Угол наклона шпуров, град.	Расстояние между шпурами, м	Величина заряда в шпуре, кг	Длина заряда, м	Длина забойки в шпуре, м	Очередность взрывания, интервал замедления, мс	Примечания
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

5. Схема расположения шпуров

Схема расположения вычерчивается в масштабе 1:50 или 1:20 в трёх проекциях (см. Приложение 3). При применении прямых врубов дополнительно в масштабе 1:20 или 1:10 приводится схема вруба.

6. Конструкции зарядов

В схемах конструкций врубовых, вспомогательных (отбойных) и оконтуривающих зарядов указывается место установки патронов-боевиков, количество патронов, длина заряда и забойки.

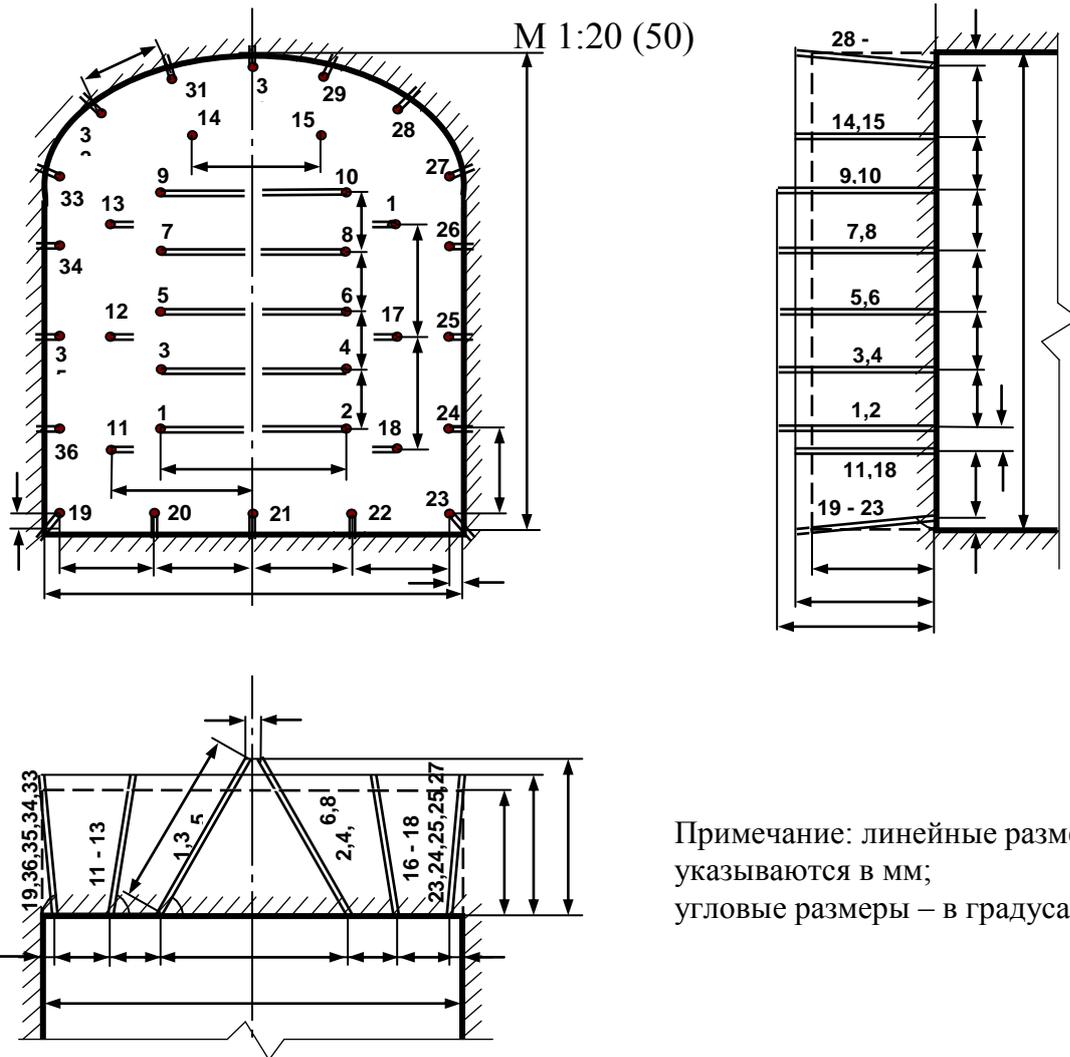
7. Основные показатели буровзрывных работ

№ п/п	Показатели	Единица измерения	Количество
1	Коэффициент использования шпуров	-	
2	Подвигание забоя за взрыв	-	
3	Объём горной массы за взрыв	м ³	
4	Количество шпуров на цикл	шт.	
5	Количество шпурометров на цикл	м	
6	Количество шпурометров на 1 погонный метр выработки	м шп./м	
7	Количество шпурометров на 1 м ³ взорванной породы	м шп./м ³	
8	Расход ВВ на цикл	кг	
9	Расход ВВ на 1 метр выработки	кг/м	
10	Расход ВВ на 1 м ³ взорванной породы	кг/м ³	
11	Расход средств инициирования на цикл: ЭД КД (СИНВ-Ш) детонирующего шнура	шт. шт. м	
12	Расход средств инициирования на 1 метр выработки: ЭД КД (СИНВ-Ш) детонирующего шнура	шт. шт. м	

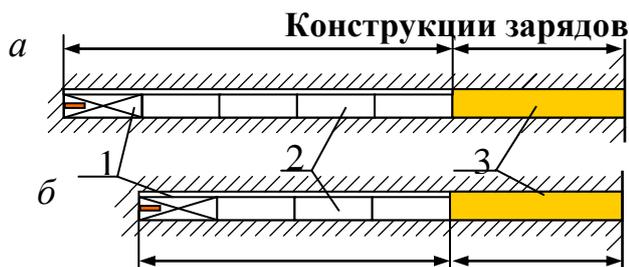
8. Меры безопасности

- 8.1. Место укрытия взрывника и рабочих на момент взрыва _____
- 8.2. Место выставления постов _____
- 8.3. Время проветривания после взрыва _____
- 8.4. Мероприятия по подавлению пыли _____
- 8.5. Другие дополнительные меры безопасности _____

Схема расположения шпуров



Примечание: линейные размеры указываются в мм; угловые размеры – в градусах.



- а* – врубовые шпуры;
б – вспомогательные (отбойные) и оконтуривающие шпуры;
 1 – патрон-боевик (аммонит № 6ЖВ);
 2 – патроны ВВ (аммонит № 6ЖВ);
 3 – забойка (песчано-глиняная, водяная)

Примечание. В шахтах, не опасных по взрыву газа или пыли, допускается взрывание зарядов без забойки (устанавливается руководителем предприятия и указывается в паспорте БВР).

Формы поперечного сечения горизонтальных выработок

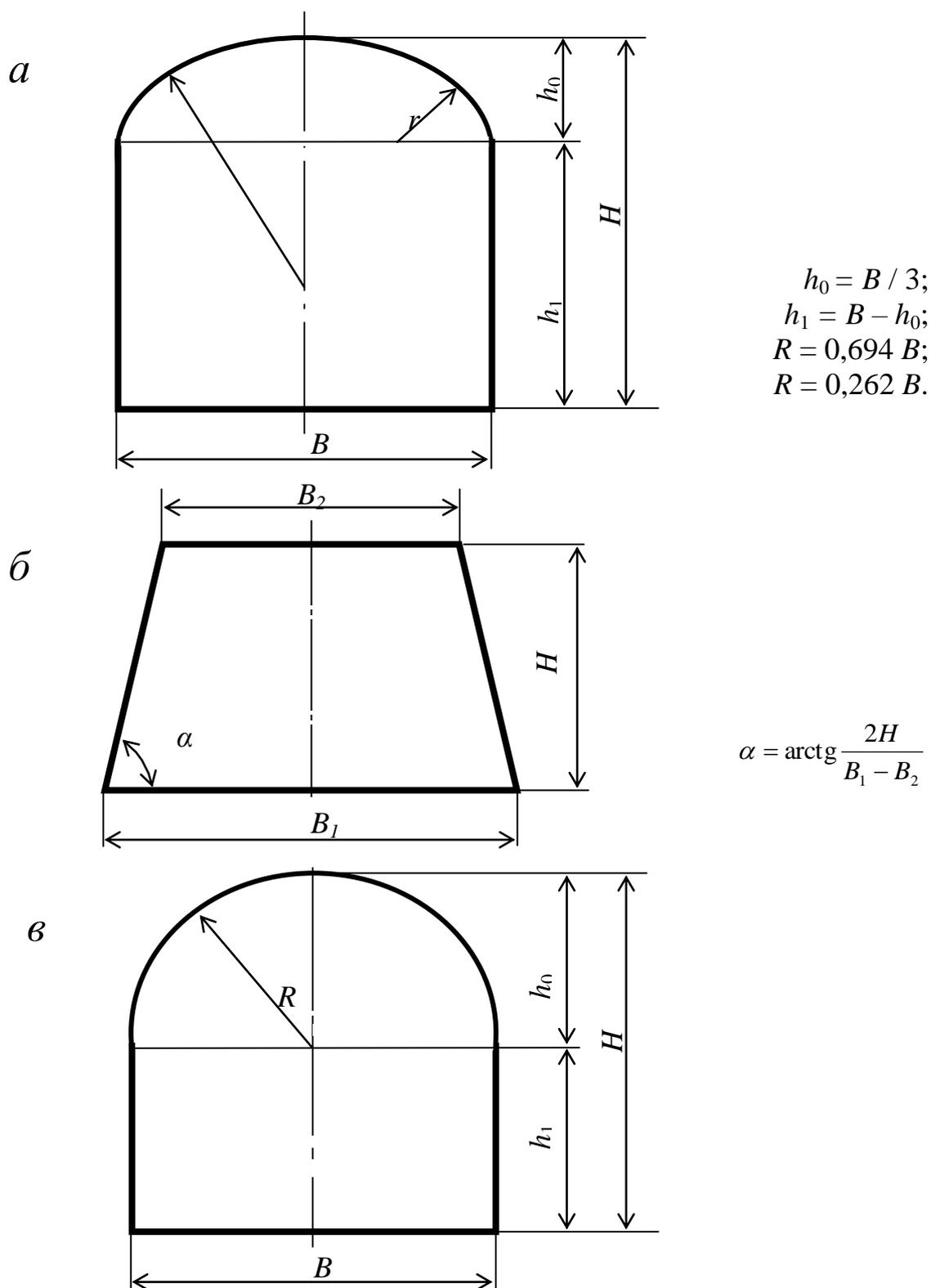


Рис. П4.1. Формы поперечного сечения горизонтальных выработок:
 а – сводчатая с трёхциркульным (коробовым) сводом;
 б – трапецевидная;
 в – арочная с полуциркульным сводом

Формулы для вычисления площади поперечного сечения и периметра выработок:

Форма поперечного сечения выработки	Площадь поперечного сечения	Периметр
Сводчатая с коробовым сводом	$B \cdot (h_1 + 0,26 \cdot B)$	$2 \cdot h_1 + 2,33 \cdot B$
Трапецевидная	$\frac{B_1 + B_2}{2} \cdot H$	$B_1 + B_2 + \frac{2H}{\cos \alpha}$
Арочная с полуциркульным сводом	$B \cdot (h_1 + 0,39 \cdot B)$	$2 \cdot h_1 + 2,57 \cdot B$

Рекомендуемая литература

1. Корнилков М.В. Разрушение горных пород взрывом: конспект лекций. - Урал. гос. горный ун-т. - Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2008. - 202 с.
2. Латышев О.Г., Петрушин А.Г., Азанов М.А. Промышленные взрывчатые материалы: учебное пособие. - Урал. гос. горный ун-т. - Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2009. - 221 с.
3. Кутузов Б.Н. Методы ведения взрывных работ. Часть 1. Разрушение горных пород взрывом: Учебник. – М.: Изд. МГГУ, 2007. – 345 с.
4. Кутузов Б.Н. Безопасность взрывных работ в горном деле и промышленности. – М.: Горная книга, 2009. – 670 с.
5. Латышев О.Г. Физика разрушения горных пород при бурении и взрывании: Учебное пособие. Екатеринбург: Изд. УГГУ, 2004. – 201 с.
6. Правила безопасности при взрывных работах (утверждены приказом Ростехнадзора от 16.12.2013 г. № 605; в редакции приказа Ростехнадзора от 30.11.2017 г. № 518). – М., 2018.
7. Взрывчатые вещества и средства инициирования. Каталог. М.: ГосНИИП «РАСЧЕТ», 2003. 269 с.
8. Справочник взрывника / Под общей редакцией Б. Н. Кутузова. М.: Недра, 1988. 511 с.

Учебное издание

Петрушин Алексей Геннадиевич
Лещуков Николай Николаевич
Прищепа Дмитрий Вячеславович

РАЗРУШЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД

*Учебно-методическое пособие к самостоятельной работе и выполнению
практических работ по дисциплине
«Разрушение горных пород»
для студентов специальности 21.05.04 «Горное дело»*

Редактор *Д. В. Прищепа*

Подписано в печать «__»_____2019 г. Бумага писчая. Формат 60 × 84 1/16.
Гарнитура Times New Roman. Печать на ризографе.
Печ. л. 3,68. Уч.-изд. л. 5,4. Тираж 100. Заказ №

Издательство УГГУ
620144, Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
Уральский государственный горный университет
Отпечатано с оригинал-макета
в лаборатории множительной техники УГГУ

Министерство образования и науки РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный университет»



А. Г. Петрушин, М. А. Азанов, Д. В. Прищепа

ТЕХНОЛОГИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ

*Учебно-методическое пособие к самостоятельной работе,
выполнению контрольных и практических работ по дисциплине
«Технология и безопасность взрывных работ»
для студентов специальности 21.05.04 «Горное дело»*

Екатеринбург – 2019

Министерство образования и науки РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО

Методической комиссией горно-
технологического факультета

«19» апреля 2019 г.

Председатель комиссии

 ст.преп. Н. В. Колчина

А. Г. Петрушин, М. А. Азанов, Д. В. Прищепа

ТЕХНОЛОГИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ

*Учебно-методическое пособие к самостоятельной работе, выполнению
контрольных и практических работ по дисциплине
«Технология и безопасность взрывных работ»
для студентов специальности 21.05.04 «Горное дело»*

*Рецензенты: Лель Ю. И., зав. кафедрой РМОС УГГУ, профессор,
д-р техн. наук.*

Печатается по решению Редакционно-издательского совета
Уральского государственного горного университета

Учебно-методическое пособие к самостоятельной работе, выполнению контрольных и практических работ по дисциплине «Технология и безопасность взрывных работ» для студентов специальности 21.05.04 «Горное дело» / А. Г. Петрушин, М. А. Азанов, Д. В. Прищеп; Урал. гос. горный ун-т. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2019. – 65 с.

Материал пособия охватывает все раздела дисциплины в соответствии с учебником [1].

Пособие предназначено для организации самостоятельной работы студентов, выполнению контрольных и практических заданий всех специализаций специальности 21.05.04 «Горное дело» по курсу «Технология и безопасность взрывных работ».

© Уральский государственный
горный университет, 2019
© Петрушин А.Г., Азанов М.А.,
© Прищеп Д. В.

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	5
1. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА	6
2. СОДЕРЖАНИЕ КУРСА, КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ	7
3. ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАДАНИЯ.....	19
Практико-ориентированное задание №1	19
Практико-ориентированное задание №2	23
Практико-ориентированное задание №3	26
Практико-ориентированное задание №4	30
Практико-ориентированное задание №5	32

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа студента является важнейшей составной частью образовательной программы подготовки дипломированного специалиста. В соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования объем учебной нагрузки студента составляет 144 часов или 4 зачетных единиц.

По курсу «Технология и безопасность взрывных работ» обязательная самостоятельная работа студента осуществляется в следующих направлениях – *освоение материалов по отдельным темам, входящим в Рабочую учебную программу дисциплины; подготовка, оформление, защита практико-ориентированных заданий; подготовка и защита контрольной работы.* Дополнительная самостоятельная работа связана с углубленным изучением отдельных разделов курса на основе научно-исследовательской работы студента (НИРС).

Данное учебно-методическое пособие предназначено для организации самостоятельной работы студентов – освоения отдельных тем дисциплины.

1. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

В следующем разделе пособия приведена развернутая программа дисциплины «Технология и безопасность взрывных работ». Она содержит названия 30 основных тем с указанием основных вопросов и разделов каждой темы. Каждая тема является основой вопросов в экзаменационном билете. При чтении лекций по курсу преподаватель указывает те темы дисциплины, которые выносятся на самостоятельную проработку студентами. Причем в экзаменационный билет может включаться один из вопросов по такой теме. Основной объем информации по каждой теме содержится в учебнике по курсу [1].

При освоении указанных ниже тем *рекомендуется следующий порядок самостоятельной работы студента:*

1. Ознакомьтесь со структурой темы.
2. По учебнику [1] освоите каждый структурный элемент темы. Во всех темах указаны разделы и страницы учебника, содержащие данный материал.
3. При необходимости используйте указанную дополнительную литературу. Консультацию по использованию дополнительной литературы Вы можете получить у преподавателя.
4. Ответьте на контрольные вопросы. При затруднениях в ответах на вопросы вернитесь к изучению рекомендованной литературы.
5. Законспектируйте материал. При этом конспект может быть написан в виде ответов на контрольные вопросы.

При самостоятельной работе над указанными темами рекомендуется вести записи в конспектах, формируемых на лекционных занятиях по курсу, и в том порядке, в котором данные темы следуют по учебной программе.

2. СОДЕРЖАНИЕ КУРСА, КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

Тема 1. Краткая история развития взрывных работ.

Значение взрывных работ в горнодобывающей промышленности и в строительстве. История развития взрывных работ.

Литература: [1]

Контрольные вопросы:

1. Охарактеризуйте основные вехи развития взрывных работ.
2. Опишите первую технологию ведения взрывных работ в горном деле.
3. Назовите первое нитроглицериновое взрывчатое вещество.
4. Опишите историю развития средств инициирования.

Тема 2. Современные виды взрывных работ.

Современные виды взрывных работ в промышленности. Основные виды взрывных работ. Специальные виды взрывных работ.

Литература: [1]

Контрольные вопросы:

1. Назовите современные виды взрывных работ.
2. Назовите современные виды специальных взрывных работ.

Тема 2. Способы бурения шпуров и скважин.

Классификация способов бурения шпуров и скважин. Механическое бурение и его виды. Термическое бурение и его виды. Специальные виды бурения шпуров и скважин.

Литература: [1, 5]

Контрольные вопросы:

1. Приведите классификацию способов бурения шпуров и скважин.
2. Опишите суть механических видов бурения шпуров и скважин.
3. Опишите суть термических видов бурения шпуров и скважин.
4. Опишите суть специальных видов бурения шпуров и скважин.
5. Укажите рациональные области применения механических, термических и специальных видов бурения шпуров и скважин.

Тема 3. Ударно-поворотный способ бурения.

Механизм разрушения горных пород при ударно-поворотном бурении. Механизмы скола и выкола. Зависимость скорости ударно-поворотного бурения от осевого усилия, частоты вращения. Оборудование.

Литература: [1, 5]

Контрольные вопросы:

1. Укажите рациональную область применения ударно-поворотного бурения.
2. Охарактеризуйте механизмы скола и выкола.
3. Опишите механизм разрушения горных пород при ударном внедрении инструмента.
4. Укажите бурильные машины ударно-поворотного бурения.
5. Отметьте факторы, которые повышают энергоемкость ударного бурения по сравнению с другими способами.
6. Укажите последовательность процессов, происходящих при разрушении породы при ударном бурении.

Тема 4. Вращательный способ бурения.

Технические средства вращательного бурения. Работа ядра уплотнения при резании пород. Зависимость объема разрушения от толщины стружки. Режимы самозаточки и затупления режущей грани сверла. Оборудование.

Литература: [1, 5]

Контрольные вопросы:

1. Назовите преимущества вращательного бурения.
2. Укажите бурильные машины вращательного бурения.
3. Охарактеризуйте основные механизмы износа и затупления бурового инструмента при вращательном бурении.
4. Опишите механизм разрушения горных пород при вращательном бурении.

Тема 5. Ударно-вращательный и вращательно-ударный способ бурения.

Технические средства бурения. Совместное действие механизмов удара и резания. Зависимость энергоемкости бурения от усилий подачи на инструмент.

Литература: [1, 5]

Контрольные вопросы:

1. Укажите область применения вращательно-ударного бурения.
2. Укажите область применения ударно-вращательного бурения.
3. Назовите преимущества вращательно-ударного бурения.
4. Охарактеризуйте зависимость энергоемкости бурения от усилия подачи.
5. Назовите машины и механизмы, реализующие ударно-вращательный способ бурения.
6. Назовите машины и механизмы, реализующие вращательно-ударный способ бурения.

Тема 6. Шарошечное бурение.

Технические средства бурения. Механизм шарошечного бурения. Режимы бурения в зависимости от осевого усилия. Контактная прочность пород как критерий буримости.

Литература: [1, 5]

Контрольные вопросы:

1. Назовите особенности шарошечного бурения.
2. Опишите зависимость скорости бурения от величины осевого усилия.
3. Назовите машины и механизмы, реализующие шарошечное бурение.
4. Укажите область применения шарошечного бурения.

Тема 7. Основы теории взрыва и взрывчатых веществ.

Виды взрыва: механический, тепловой, электрический, ядерный, химический. Необходимые условия химического взрыва. Взрывчатое вещество. Классификация взрывчатых систем по физическому состоянию.

Литература: [1, 3]

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение понятию взрыв.
2. Приведите пример механического взрыва.
3. Приведите пример Теплового взрыва.
4. Приведите примеры тепловых взрывов.
5. Охарактеризуйте химический взрыв.
6. Назовите необходимые условия химического взрыва.

Тема 8. Свойства взрывчатых веществ.

Классификация свойств взрывчатых веществ. Технологические свойства взрывчатых веществ. Специальные свойства взрывчатых веществ.

Литература: [1, 2]

Контрольные вопросы:

1. Приведите классификацию свойств взрывчатых веществ.
2. Назовите основные технологические свойства взрывчатых веществ.
3. Что такое кислородный баланс.
4. Назовите виды кислородного баланса.
5. Какие газы выделяются при положительном кислородном балансе.
6. При каком кислородном балансе образуется окись углерода (CO)?

Тема 9. Начальный импульс и чувствительность взрывчатых веществ.

Начальный импульс. Виды начального импульса. Инициирование. Чувствительность взрывчатых веществ. Способы изменения чувствительности.

Литература: [1]

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение понятию «Начальный импульс».
2. Охарактеризуйте тепловой начальный импульс.
3. Какой вид начального импульса является основным для горного дела?
4. Перечислите пробы на чувствительность.
5. Что такое сенсibilизатор?
6. Приведите пример веществ вводимых в состав взрывчатых веществ для флегматизации.

Тема 10. Формы химического превращения взрывчатых веществ.

Основные формы химического превращения взрывчатых веществ. Режимы химического превращения: термический распад, горение, конвективное горение, детонация

Литература: [1, 2, 3]

Контрольные вопросы:

1. Перечислите основные формы химического превращения.
2. Дайте характеристику горению как форме химического превращения.
3. Дайте характеристику детонации как форме химического превращения.

Тема 11. Основные положения теории детонации.

Механизм детонации. Графическая интерпретация процесса детонации – адиабата Гюгонио. Количественная оценка характеристик процесса детонации.

Литература: [1, 3]

Контрольные вопросы:

1. Перечислите особенности детонационной волны.
2. Дайте определение понятию «Детонация».
3. Приведите основные детонационные характеристики взрывчатых веществ.

Тема 12. Экспериментальные методы определения скорости детонации.

Классификация методов определения скорости детонации взрывчатых веществ. Метод Дотриша. Осциллографический метод. Метод скоростной фотосъемки. Реостатный метод.

Литература: [1, 3]

Контрольные вопросы:

1. Охарактеризуйте метод Дотриша, для определения скорости детонации взрывчатых веществ.
2. Назовите отличительные особенности осциллографического метода для определения скорости детонации взрывчатых веществ.
3. Опишите процедуру измерения скорости детонации используя реостатный метод.

Тема 13. Факторы, влияющие на скорость и устойчивость детонации.

Группы факторов, влияющие на скорость и устойчивости детонации.

Влияние внутреннего состава и строения на скорость и устойчивость детонации. Влияние условий взрывания на скорость детонации.

Литература: [1, 3]

Контрольные вопросы:

1. Как влияет дисперсность взрывчатого вещества на скорость и устойчивость детонации?
2. Как влияет плотность взрывчатого веществ на скорость детонации?
3. Дайте определение понятию «критический диаметр детонации».
4. Как влияет на скорость и устойчивость детонации наличие плотной оболочки на заряде взрывчатого вещества.
5. Влияние величины начального импульса на устойчивость детонации.

Тема 14. Работа взрыва.

Работа взрыва: баланс энергии при взрыве. Потери при переходе потенциальной энергии взрывчатого вещества в механическую работу взрыва. Полезная работа взрыва. Бризантность и фугасность. Пробы на бризантность и фугасность.

Литература: [1, 3]

Контрольные вопросы:

1. Опишите переход потенциальной энергии взрывчатого вещества в механическую работу взрыва.
2. Чем обусловлены химические потери при взрыве?
3. Чем обусловлены тепловые потери при взрыве?
4. Охарактеризуйте бесполезные формы работы взрыва.
5. Что такое бризантность взрывчатых веществ.
6. Назовите формы проявления фугасной работы взрыва.

Тема 15. Основные положения теории предохранительных взрывчатых веществ.

Необходимость применения предохранительных взрывчатых веществ. Теории предохранительных взрывчатых веществ. Методы испытаний предохранительных взрывчатых веществ.

Литература: [1, 2]

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение понятию пламегаситель.
2. Дайте определение понятию ингибитор.
3. Перечислите основные гипотезы воспламенения горючих шахтных сред.
4. Перечислите возможные пути предотвращения воспламенения горючих шахтных сред.
5. Охарактеризуйте методы испытаний предохранительных взрывчатых веществ.

Тема 16. Заряд взрывчатого вещества.

Заряды взрывчатых веществ. Классификация. Воронка взрыва и ее элементы. Показатель действия взрыва.

Литература: [1, 3]

Контрольные вопросы:

1. По каким признакам классифицируются заряды взрывчатых веществ.
2. Перечислите элементы воронки взрыва.
3. Что такое показатель действия взрыва.
4. Как классифицируются заряды взрывчатых веществ по показателю действия взрыва.

Тема 17. Действие взрыва.

Действие сосредоточенного заряда в твердой однородной безграничной среде и при наличии обнаженной поверхности. Стадии разрушения: образование газовой полости, зоны дробления, зона радиальных и кольцевых трещин, откольные явления. Соотношение бризантного и фугасного действия взрыва в зависимости от акустической жесткости разрушаемых пород.

Литература: [1, 3]

Контрольные вопросы:

1. Отрадите последовательность развития взрыва в горных породах.
2. Отметьте области действия взрыва, образующие зону регулируемого дробления.
3. Какие трещины образуются в горной породе при падении давления и обратной деформации пород в сторону зарядной полости?

4. Какие трещины образуются при отражении волны сжатия от свободной поверхности горной породы?

Тема 18. Классификации промышленных взрывчатых веществ.

Классификация ВВ: по характеру воздействия на окружающую среду, по чувствительности к простым формам начального импульса, физическому состоянию. Классификация по химическому составу – индивидуальные ВВ и взрывчатые смеси. Классы ВВ по условиям применения.

Литература: [1, 2, 4, 6]

Контрольные вопросы:

1. К какой группе относятся взрывчатые вещества, имеющие скорость детонации 4000 м/с?
2. Какие классы промышленных ВВ выделяют по химическому составу?
3. К какому классу промышленных ВВ по химическому составу относится тротил, детонит?
4. Какие ВВ можно использовать только при взрывных работах на поверхности, в шахтах опасных по газу и пыли? Укажите номер класса и цвет оболочки.
5. Какой цвет имеют патроны предохранительных ВВ?
6. По какому характерному признаку выделяют первичные и вторичные ВВ?

Тема 19. Непредохранительные взрывчатые вещества I класса по условиям применения.

Предъявляемые требования. Нитросоединения: свойства, ассортимент, область применения. Аммиачно-селитренные взрывчатые вещества: свойства, ассортимент, область применения. Эмульсионные взрывчатые вещества: свойства, ассортимент, область применения.

Литература: [1, 2, 7]

Контрольные вопросы:

1. Назовите основные свойства гранулолола.
2. Особенности аммиачно-селитренных взрывчатых веществ.
3. Бестротиловые взрывчатые вещества: особенности, свойства.
4. Назовите отличительные особенности эмульсионных взрывчатых веществ.

Тема 20. Непредохранительные взрывчатые вещества II класса по условиям применения.

Предъявляемые требования. Аммиачно-селитренные взрывчатые вещества: свойства, ассортимент, область применения. Эмульсионные взрывчатые вещества: свойства, ассортимент, область применения. Порошкообразные ВВ – аммониты и аммоналы. Свойства и область применения.

Литература: [1, 2, 7]

Контрольные вопросы:

1. Назовите основные свойства граммонита 79/21.
2. Особенности аммиачно-селитренных взрывчатых веществ, применяемых в подземных условиях.
3. Назовите отличительные особенности патронированных аммонитов.
4. Назовите отличительные особенности эмульсионных взрывчатых веществ, применяемых в подземных условиях.

Тема 21. Предохранительные взрывчатые вещества III – VII классов по условиям применения.

Требования к энергетическим и детонационным характеристикам предохранительных ВВ. Требования к кислородному балансу. Требования к составу и строению зарядов.

Литература: [1, 2, 7]

Контрольные вопросы:

1. Перечислите названию взрывчатых веществ III класса по условиям применения.
2. Какие добавки вводят в состав предохранительных взрывчатых веществ?
3. Укажите требования, предъявляемые к предохранительным ВВ.

Тема 22. Методы производства взрывных работ.

Классификация методов производства взрывных работ. Метод шпуровых зарядов. Метод скважинных зарядов. Метод камерных зарядов. Метод наружных зарядов. Область применения, достоинства и недостатки методов.

Литература: [1, 3]

Контрольные вопросы:

1. Укажите области применения метода шпуровых зарядов в подземных условиях.
2. Укажите область применения метода шпуровых зарядов при открытой разработке месторождений.
3. Укажите область применения метода скважинных зарядов.
4. Укажите область применения метода наружных зарядов.

Тема 23. Метод шпуровых зарядов при проведении подземных горных выработок.

Состав проходческого цикла. Коэффициент использования шпуров (КИШ). Коэффициент излишка сечения (КИС). Врубовые, отбойные и оконтуривающие шпуры. Очередность взрывания. Конструкции шпуровых зарядов. Размер и качество забойки. Прямое и обратное инициирование зарядов. Назначение и типы врубов. Конструкции наклонных врубов; их достоинства и недостатки. Конструкции прямых врубов; их достоинства и недостатки. Комбинированные врубы. Принципы расчета параметров буровзрывных работ.

Литература: [1, 3]

Контрольные вопросы:

1. Укажите типы шпуров при проходке выработки.
2. Укажите очередность взрывания шпуров в типовой технологии проходки выработок.
3. Укажите условия, соответствующие обратному инициированию заряда.
4. Отметьте достоинства прямого инициирования заряда ВВ по сравнению с обратным.
5. Отметьте достоинства обратного инициирования заряда ВВ по сравнению с прямым.

Тема 24. Метод шпуровых зарядов при подземной разработке месторождений полезных ископаемых.

Технология шпуровой отбойки при разработке рудных месторождений. Расчет параметров БВР. Технология шпуровой отбойки угля. Правила безопасности при использовании метода шпуровой отбойки.

Литература: [1, 3]

Контрольные вопросы:

1. Опишите существо метода шпуровых зарядов при добыче полезных ископаемых подземным способом.
2. Укажите классы ВВ допущенные к применению при шпуровой отбойке по углю.
3. Какой способ взрывания допущен к применению при шпуровой отбойке угля?
4. Какова допустимая величина уходки (м) при добыче угля методом шпуровых зарядов?

5. Какова величина предельного содержания метана в забое (в %), при котором разрешена отбойка угля методом шпуровых зарядов?

Тема 25. Метод скважинных зарядов при подземной разработке месторождений полезных ископаемых.

Отбойка вертикальными и горизонтальными слоями. Параллельное и веерное расположение скважин – преимущества и недостатки. Схемы отбойки руды в блоке. Расчет параметров скважинной отбойки. Бурение, зарядание и взрывание скважин. Правила безопасности при скважинной отбойке.

Литература: [1, 3]

Контрольные вопросы:

1. Укажите преимущества параллельного расположения скважин при подземной отбойке руды (по сравнению с веерным расположением скважин).
2. Укажите преимущества веерного расположения скважин при подземной отбойке руды (по сравнению с параллельным расположением скважин).
3. Укажите способы бурения скважин при отбойке руды в подземных условиях.
4. Какой тип ВВ обычно применяют при механизированном зарядании скважин?
5. Укажите показатели, входящие в формулу определения удельного расхода ВВ при скважинной отбойке руды в подземных условиях.

Тема 26. Метод скважинных зарядов при открытой разработке месторождений полезных ископаемых.

Расположение скважин на уступе и их бурение. Принципы расчета параметров буровзрывных работ. Схемы взрывания скважинных зарядов при однорядном и многорядном взрывании скважин.

Литература: [1, 3]

Контрольные вопросы:

1. Укажите рациональные способы бурения скважин при открытой разработке месторождений.
2. Удельный расход ВВ на карьерах определяется по эталонному $q_э$ с учетом поправочных коэффициентов. Укажите факторы, определяющие величину данных коэффициентов.
3. Укажите основные способы взрывания зарядов взрывчатых веществ, используемых на земной поверхности.

4. Перечислите основные взрывчатые вещества, используемые при ведении взрывных работ на земной поверхности.

Тема 27. Метод камерных зарядов.

Расположение выработок при использовании камерных зарядов. Камерные заряды рыхления и их расчет. Камерные заряды выброса и их расчет. Камерные заряды на сброс и их расчет.

Литература: [1, 3]

Контрольные вопросы:

1. В каких случаях целесообразно использовать метод камерных зарядов при открытой разработке месторождений?
2. Назовите достоинства и недостатки метода камерных зарядов.

Тема 28. Взрывное разрушение негабарита.

Характеристики, область применения, достоинства и недостатки различных способов разделки негабарита: наружными, шпуровыми, кумулятивными зарядами, гидровзрывание.

Литература: [1, 3]

Контрольные вопросы:

1. Укажите достоинства и недостатки способа разделки негабарита накладными зарядами.
2. Укажите достоинства и недостатки способа разделки негабарита шпуровыми зарядами.
3. Укажите способы взрывного дробления негабарита при открытой разработке месторождений.

Тема 29. Техническая документация для производства взрывных работ.

Необходимая техническая документация для производства взрывных работ: типовой проект взрывных работ, проект массового взрыва, паспорт буровзрывных работ, схема взрывных работ.

Литература: [1, 4, 6, 8]

Контрольные вопросы:

1. Что входит в состав типового проекта взрывных работ?
2. Опишите процедуру составления и утверждения паспорта буровзрывных работ.
3. Для каких работ составляется схема взрывных работ.
4. В каких случаях составляется проект массового взрыва?

Тема 30. Персонал для взрывных работ.

Требования к лицам, допущенным к ведению взрывных работ: руководитель взрывных работ, мастер-взрывник, заведующий складом ВМ, раздатчики ВМ и лаборанты складов ВМ.

Литература: [1, 4, 6, 8]

Контрольные вопросы:

1. Какие требования предъявляются к руководителям взрывных работ?
2. Какие требования предъявляются к взрывникам?
3. В течение какого периода времени проходит стажировка взрывника?
4. Требования в заведующему склада взрывчатых материалов.

3. ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАДАНИЯ

Практико-ориентированное задание №1

Расчет кислородного баланса и составление рецептур промышленных взрывчатых веществ.

Цель: овладение методикой расчета кислородного баланса взрывчатых веществ и принципами составления рецептур промышленных взрывчатых веществ.

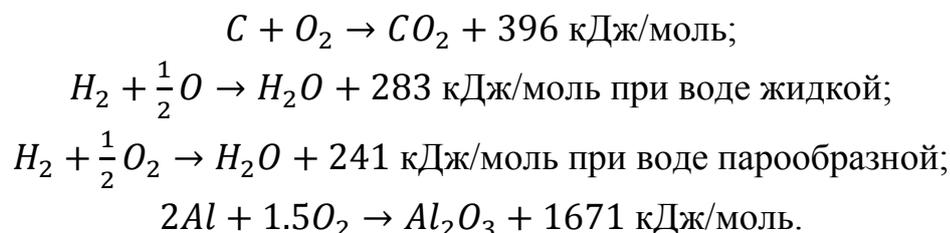
Краткая теория

Определение кислородного баланса

Кислородным балансом называется отношение избытка или недостатка кислорода во взрывчатом веществе (ВВ) для полного окисления горючих элементов (водорода, углерода, металлов и т. п.), выраженное в грамм-атомах, к грамм-молекулярной массе ВВ. Кислородный баланс выражается в долях или процентах.

Под полным окислением понимается окисление водорода в воду, а углерода в углекислый газ. При этом выделяется также молекулярный азот и кислород. Если в составе ВВ находится металл, то образуется его высший окисел.

Реакции полного окисления:



Следовательно, если ВВ имеет состав в виде $C_aH_bN_cO_d$, то кислородный баланс (%)

$$K_6 = \frac{\left[d - \left(2a + \frac{b}{2} \right) \right] \cdot 16}{M_{ВВ}} 100\%, \quad (1.1)$$

где 16 – относительный атомная масса кислорода; $M_{ВВ}$ – молекулярная масса ВВ.

При

$$d > 2a + \frac{b}{2} \quad (1.2)$$

имеет положительный кислородный баланс;

при

$$d = 2a + \frac{b}{2} \quad (1.3)$$

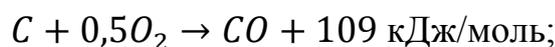
нулевой кислородный баланс;
при

$$d < 2a + \frac{b}{2} \quad (1.4)$$

отрицательный кислородный баланс.

Взрывчатые вещества с нулевым кислородным балансом выделяют максимальное количество энергии и минимальное количество ядовитых газов.

При взрыве ВВ с отрицательным кислородным балансом в зависимости от относительного количества кислорода образуются либо ядовитая окись углерода (угарный газ) с меньшим выделением тепла, чем при образовании углекислоты, т. е.



либо чистый углерод в виде сажи, резко снижающий образование газов.

При положительном кислородном балансе уменьшается выделение энергии, так как образуется ядовитая окись азота с поглощением тепла по реакции



Пример 1. Определить кислородный баланс тротила $C_7H_5(NO_2)_3$, относительная молекулярная масса которого 227.

Для полного окисления необходимо $2a + b/2$ или $2 \cdot 7 + 5/2 = 16,5$ атомов кислорода.

В наличии имеется 6 атомов кислорода.

Следовательно,

$$K_6 = \frac{[6 - (2 \cdot 7 + \frac{5}{2})] \cdot 16}{227} 100\% = -74\%.$$

Пример 2. Определить кислородный баланс граммонита 30/70. Граммонит 30/70 состоит из 30% аммиачной селитры NH_4NO_3 и 70% тротила.

Кислородный баланс аммиачной селитры АС, определенный вышеуказанным способом, равен +20%.

Кислородный баланс граммонита 30/70:

$$0,3 \cdot 20 + 0,7 \cdot -74 = -45,5\%.$$

Составление рецептуры промышленных ВВ

При изготовлении промышленных ВВ обычно состав подбирается таким, чтобы был нулевой кислородный баланс. Для изготовления патронированных ВВ принимается небольшой положительный кислородный баланс для окисления материала оболочки патронов. Для подземных работ при взрыве 1 кг ВВ должно выделяться не более 40 л ядовитых газов в пересчете на условную окись углерода. Если образуются окислы азота и сернистый газ, то для перевода их к условной окиси углерода принимается поправочный коэффициент соответственно 6,5 и 2,5.

Для открытых горных работ, особенно для ВВ, применяемых в обводненных условиях, требования к кислородному балансу ВВ не такие жесткие.

Пример 1. Составить рецептуру игданита с нулевым кислородным балансом на основе аммиачной селитры и дизельного топлива (ДТ) с кислородным балансом – 320%.

Количество весовых частей аммиачной селитры для окисления одной части дизельного топлива равно

$$n = \frac{[КБ_{ДТ}]}{[КБ_{АС}]},$$

где $КБ_{ДТ}$ – кислородный баланс дизельного топлива;

$КБ_{АС}$ – кислородный баланс аммиачной селитры.

$$n = \frac{320}{20} = 16.$$

Содержание дизельного топлива во взрывчатом веществе:

$$x = \frac{100}{1 + n},$$
$$x = \frac{100}{1 + 16} = 5,9 \text{ \%}.$$

Соответственно содержание аммиачной селитры

$$100 - x = 100 - 5,9 = 94,1\%.$$

Следовательно, формула игданита:

94,1% аммиачной селитры; 5,9% дизельного топлива.

Пример 2. Определить рецептуру ВВ с пулевым кислородным балансом на основе аммиачной селитры (NH_4NO_3) и тротила ($\text{C}_7\text{H}_5(\text{NO}_2)_3$).

Кислородный баланс тротила -74% , относительная молекулярная масса 227. Кислородный баланс аммиачной селитры $+20\%$, относительная молекулярная масса 80.

Состав смеси должен отвечать условию:

$$x(-74\%) + (100 - x) 20\% = 0,$$

где x – содержание в смеси тротила, %.

Решение данного уравнения показывает, что $x \approx 21\%$ и $(100 - x) = 79\%$. Такому составу смеси отвечают граммонит 79/21 и аммонит 6ЖВ.

Обозначим число молей аммиачной селитры через y , число молей тротила через z . Тогда из соотношения

$$\frac{y \cdot 80}{x \cdot 227} = \frac{79}{21},$$

получим

$$y = \frac{79 \cdot z \cdot 227}{21 \cdot 80} = 10,7z.$$

Приняв $z = 1$, получим $y = 10,7$.

Следовательно, молекулярное уравнение граммонита имеет вид



Пример 3. Определить молекулярную формулу гранулита АС-8, имеющего следующий состав: 89% аммиачной селитры NH_4NO_3 ; 3% солярового масла $\text{C}_{16}\text{H}_{34}$ (относительная молекулярная масса 226); 8% алюминиевой пудры А1 (относительная молекулярная масса — 27).

Обозначив число молей солярового масла x , аммиачной селитры y , алюминиевой пудры z , можно написать химическую формулу в виде



В соответствии с весовым составом можно записать следующие соотношения

$$\frac{y \cdot 80}{x \cdot 226} = \frac{89}{3}; \quad \frac{z \cdot 27}{x \cdot 226} = \frac{8}{3},$$

Отсюда $y = 83,9x$; $z = 22,4x$.

Примем $x = 1$, тогда молекулярное уравнение гранулита АС-8 имеет вид



Практико-ориентированное задание №2

Определение работоспособности взрывчатых веществ и работы взрыва.

Цель: овладение методикой определения работоспособности взрывчатых веществ и работы взрыва.

Краткая теория

Расчет идеальной работоспособности ВВ

Из первого закона термодинамики следует, что изменение внутренней энергии газов равно количеству тепла, сообщенного окружающей среде и произведенной работе:

$$-dE = dQ + pdV. \quad (2.1)$$

Если техническим назначением взрыва ВВ является производство механической работы, то затраты на теплообмен продуктов взрыва (ПВ) с окружающей средой являются энергетическими потерями (dQ). Эти потери называются термодинамическими.

Идеальным с точки зрения отсутствия термодинамических потерь является адиабатический процесс расширения ПВ, т.е. $dQ = 0$. В этом случае изменение внутренней энергии ПВ равно количеству работы, совершаемой газами, т.е.

$$-dE = pdV = dA. \quad (2.2)$$

В реальных условиях взрывания наиболее близким к адиабатическому процессу является взрыв ПВ в воздушной среде, а, например, в горных породах термодинамические потери возрастают. Они существенно выше в пористых, хрупких, легко дробимых породах и минимальны в пластичных средах типа глин.

Мерой идеальной работоспособности ВВ может служить максимальная работа, которую совершают ПВ при своем адиабатическом расширении до давления окружающей среды (воздушной, водной, горной), т.е. когда остаточное давление ПВ уравнивается противодействием среды атмосферным, гидростатическим или горным давлением.

Идеальная работоспособность ВВ является одной из важнейших энергетических характеристик ВВ. Она дополняет теплоту взрыва, показывая теоретическую возможность реализации энергетического потенциала ВВ в механическую работу.

Идеальную работоспособность (полную идеальную работу взрыва) можно определить, как разность между значениями внутренней энергии ПВ в момент их образования и к концу расширения:

$$A_{и} = \int dE = \int_{T_1}^{T_2} \overline{C_V} dT = \overline{C_V} * (T_1 - T_2) = \overline{C_V} T_1 \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) = Q_{взр} \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) \quad (2.3)$$

где $\overline{C_V}$ - средняя теплоемкость продуктов взрыва в интервалах изменения температуры взрыва от T_1 до T_2 ;

T_1 - начальная температура взрыва;

T_2 - конечная температура ПВ.

Для газовых взрывааемых систем, расширение ПВ которых происходит вдоль изоэнтропы вида $pV^y = \text{const}$, пользуясь уравнением Клайперона ($PV'=RT$), получаем

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{y-1} = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{y-1}{y}} \quad (2.4)$$

Окончательно получаем

$$A_u = Q_{взр} \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right); \quad (2.5)$$

$$A_u = Q_{взр} \left(1 - \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{y-1}\right); \quad (2.6)$$

$$A_u = Q_{взр} \left(1 - \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{y-1}{y}}\right); \quad (2.7)$$

где $Q_{взр}$ - потенциальная энергия ВВ (полная тепловая энергия), кДж/кг;

V_1 и V_2 - начальный и конечный удельные объемы ПВ, м³/кг;

P_1 и P_2 - начальное и конечное давление ПВ, Па;

$y = C_p/C_v$ – показатель адиабаты.

Эти же формулы могут быть использованы для расчета A_u конденсированных ВВ.

При взрыве в воздухе ($P_2 = 1,01 \cdot 10^5$ Па) полная идеальная работа взрыва определяется

$$A_u = Q_{взр} \left(1 - \left(\frac{1,01 \cdot 10^5}{P_{пв}}\right)^{\frac{y-1}{y}}\right), \text{ кДж/кг.} \quad (2.8)$$

Расчет полного термодинамического КПД взрыва

Вышеприведенную формулу (2.8) можно представить в виде

$$A_u = Q_{взр} - q_T \quad (2.9)$$

Здесь величина $q_T = Q_{\text{взр}} - A_u = C_{v2} * T_2$ - термодинамические потери энергии ВВ в продуктах взрыва по достижении ими атмосферного давления. Это остаточное тепло идет на свечение ПВ после их расширения.

Отношение идеальной работоспособности к выделившейся тепловой энергии взрыва называется идеальным термодинамическим КПД взрыва

$$\eta = \frac{A_u}{Q_{\text{взр}}}, \quad (2.10)$$

или с учетом формулы (2.7)

$$\eta = 1 - \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{y-1}{y}}, \quad (2.11)$$

Идеальный термодинамический КПД взрыва определяет часть тепловой энергии, которая может быть использована для совершения механической работы взрыва.

Величины идеальной работоспособности (A_u) и полного термодинамического КПД (Π) существенно зависят от свойств продуктов взрыва, влияющих на показатель адиабаты, $y = C_p/C_v$. Если в ПВ содержится 2/3 молекул двухатомных газов и 1/3 — одноатомных (гексоген), то $y = 1,25$. Если в ПВ содержится 2/3 трехатомных газов и 1/3 двухатомных (нитроглицерин), то $y = 1,2$. Величина y снижается (соответственно снижается A_u и η), если в ПВ содержатся четырех и пятиатомные газы, а также твердые продукты (NaCl, Al₂O₃ и др.). В этих случаях $y = 1,15$, и $1,05$.

Пример 1. Определить полную идеальную работоспособность и термодинамический КПД аммонита 6ЖВ при плотности заряжания 900 кг/м³ и следующих параметрах взрывного превращения:

$$V_{\text{нв}} = 0,86 \text{ м}^3/\text{кг},$$

$$Q_{\text{взр}} = 4300 \text{ кДж/кг};$$

$$T_{\text{взр}} = 2600^\circ \text{ К}.$$

Для расчета показатель адиабаты принимается $y=1,25$. Определение давления ПВ при взрыве аммонита 6ЖВ:

$$P = \frac{1,01 * 10^5 * 0,86 * 2600 * 900}{273 * (1 - 0,001 * 0,86 * 900)} = 3,3 * 10^9,$$

Откуда полная идеальная работоспособность

$$A_u = Q_{\text{взр}} \left(1 - \left(\frac{1,01 * 10^5}{P_{\text{ПВ}}} \right)^{\frac{y-1}{y}} \right) = 4300 * \left(1 - \left(\frac{1,01 * 10^5}{3,3 * 10^9} \right)^{\frac{1,25-1}{1,25}} \right) = 3762,2 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}.$$

Полный термодинамический КПД взрыва

$$\eta = \frac{A_u}{Q_{\text{взр}}} = \frac{3762,2}{4300} = 0,875$$

или $\eta = 87,5\%$

Практико-ориентированное задание №3

Расчет скважинного заряда при уступной отбойке на карьере

Цель работы – овладение методикой проектирования параметров буровзрывных работ при открытой разработке месторождений скважинным способом

Краткая теория

При разработке месторождений открытым способом (на карьерах и разрезах) используют в основном метод скважинных зарядов. В слабых породах используют вращательное (шнековое) бурение. В более прочных породах преобладает шарошечное бурение. В крепчайших породах с коэффициентом крепости $f > 14-16$ наиболее эффективно термическое бурение скважин. Скважины на уступе карьера располагают в один или несколько рядов по различным схемам в зависимости от свойств разрушаемых пород и требуемой конфигурации забоя. Расположение скважин на уступе характеризуют следующими показателями (рис. 1):

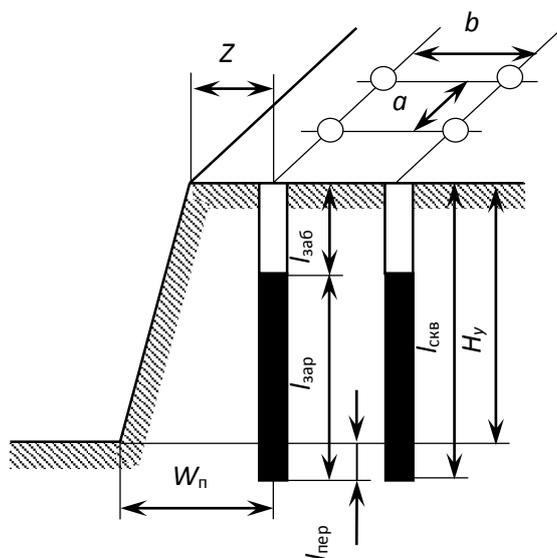


Рис. 3.1 Схема расположения скважин на уступе

H_y – высота уступа, м; W_p – линия сопротивления по подошве (ЛСПП); a – расстояние между скважинами, м; b – расстояние между рядами скважин, м; Z – безопасное расстояние от оси скважины до верхней бровки уступа, м; $l_{зар}$ – длина заряда, м; $l_{пер}$ – длина перебура, м; $l_{заб}$ – длина забойки, м; $l_{скв}$ – длина (глубина) скважины, м; α – угол откоса уступа.

Характеристики и расположение скважин в первую очередь зависят от удельного расхода ВВ. Оптимальная величина удельного расхода ВВ определяется множеством факторов. При этом определяющую роль играют свойства разрушаемого массива, размеры его блоков (расстояние между трещинами), степень и качество заполнения трещин, их расположение

относительно вектора смещения породы и т. п. Учесть все эти факторы в единой теоретической модели не представляется возможным. Поэтому во многом оптимальные параметры процесса определяются путем опытного взрывания и интерпретации его результатов на основе общефизических представлений.

Удельный расход «эталонного» ВВ ($q_{\text{э}}$) может быть определен по данным таблицы 1.

Таблица 3.1

Эталонный удельный расход ВВ, кг/м³

Категория пород по степени трещиноватости	Коэффициент крепости горных пород f по шкале проф. М. М. Протодяконова			
	2 - 6	6 - 10	10 - 14	более 14
I	0,2	0,25	0,3	0,35
II	0,3	0,35	0,4	0,45
III	0,45	0,5	0,6	0,67
IV	0,67	0,75	0,8	0,9
V	0,9	1,0	1,1	1,2

Реальный удельный расход ВВ рекомендуется определять путем введения серии поправочных коэффициентов, учитывающих тип ВВ, конструкцию заряда, наличие свободных поверхностей, заданную степень дробления и др:

$$q_p = q_{\text{э}} \cdot e \cdot k_d \cdot \frac{\rho_{\text{гп}}}{2,6}, \quad (3.1)$$

где $q_{\text{э}}$ – эталонный расход Граммонита 79/21, кг/м³;

e – коэффициент относительной работоспособности ВВ, определяемый по формуле

$$e = A_{\text{эт}} / A_{\text{ВВ}}, \quad (3.2)$$

$A_{\text{эт}} = 3560$ кДж/кг - идеальная работа взрыва эталонного ВВ (Граммонит 79/21);

$A_{\text{ВВ}}$ – идеальная работа взрыва принятого ВВ, кДж/кг;

k_d - поправочный коэффициент на кондиционный размер куска;

$\rho_{\text{гп}}$ – плотность горных пород, т/м³.

Таблица 3.2

Значения поправочного коэффициента на кондиционный размер куска k_d

Допустимый размер крупных кусков, мм	250	500	750	1000	1250	1500
k_d	1,3	1,0	0,85	0,75	0,7	0,65

Диаметр заряда определяется диаметром рабочего органа буровой машины (долота, коронки или резца) $d_{\text{СКВ}}$ с учетом характеристик разрабатываемых пород:

$$d_{\text{зар}} = k_p d_{\text{СКВ}}, \quad (3.3)$$

где $k_p = 1,06 - (f - 2) 0,003$ – коэффициент расширения скважин.

Удельная вместимость 1 м скважины:

$$P = 0,785 \cdot d_{\text{зар}}^2 \cdot \Delta, \quad (3.4)$$

где Δ , кг/м³ – плотность заряда в скважине.

Линия сопротивления по подошве (ЛСПП) для одиночной скважины:

$$W_{\text{п}} = 0,9 \cdot \sqrt{\frac{P}{q_p}}, \quad (3.5)$$

В соответствии с правилами безопасности при бурении первого ряда скважин станок располагается перпендикулярно верхней бровке уступа, за призмой обрушения, но не ближе 2 м от верхней бровки уступа, поэтому минимально допустимая по условиям безопасного расположения бурового станка линия сопротивления по подошве (W_{min}) для вертикальных скважин рассчитывается из соотношения

$$W_{\text{min}} = H_y \text{ctg} \alpha + Z, \quad (3.6)$$

где α – угол откоса рабочего уступа, град;

Z – ширина призмы обрушения, $Z \geq 2$ м.

Величина принимаемой при расчетах линии сопротивления по подошве ($W_{\text{п}}$) должна удовлетворять соотношению:

$$W_{\text{min}} < W_{\text{п}}. \quad (3.7)$$

Если значения $W_{\text{min}} > W_{\text{п}}$, это означает, что принятые параметры скважин и характеристики ВВ не обеспечивают проработку подошвы уступа. В этом случае следует изменить диаметр скважины, тип применяемого ВВ или перейти к наклонным скважинам.

Глубина перебура:

$$l_{\text{пер}} = 0,6 \cdot d_{\text{СКВ}} \cdot f + 0,75. \quad (3.8)$$

Глубина скважины:

$$l_{\text{СКВ}} = H_y + l_{\text{пер}} \quad (3.9)$$

Масса заряда в скважине:

$$Q = l_{\text{СКВ}} \cdot P \cdot k_{\text{зап}} \quad (3.10)$$

где $k_{\text{зап}}$ – коэффициент заполнения скважины, принимаемый по таблице 3.3.

Таблица 3.3

Коэффициент заполнения скважин

Категория блочности	Высота уступа										
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	0,45	0,46	0,47	0,48	0,49	0,50	0,51	0,51	0,52	0,53	0,53
2	0,51	0,52	0,53	0,53	0,54	0,55	0,56	0,56	0,57	0,58	0,58
3	0,56	0,57	0,58	0,58	0,59	0,60	0,61	0,61	0,62	0,63	0,63
4	0,62	0,62	0,63	0,64	0,64	0,65	0,66	0,66	0,67	0,67	0,68
5	0,67	0,68	0,68	0,69	0,69	0,70	0,71	0,71	0,71	0,72	0,72

Длина заряда:

$$l_{\text{зар}} = l_{\text{СКВ}} \cdot k_{\text{зап}} \quad (3.11)$$

Длина забойки:

$$l_{\text{заб}} = l_{\text{СКВ}} - l_{\text{зар}} \quad (3.12)$$

Расстояние между скважинами:

При квадратной сетке расположения, расстояния между рядами скважин (b) равно расстоянию между скважинами в ряду (a), тогда:

$$S_{a \cdot b} = \frac{Q}{H_y \cdot q_p} \quad (3.13)$$

$$S_{a \cdot b} = a \cdot b$$

$$a = b$$

$$a = \sqrt{S_{a \cdot b}}$$

Окончательные расстояния между рядами скважин и между скважинами в ряду округляются с шагом 0,5 м.

Задание: рассчитать параметры буровзрывных работ при скважинной отбойке в условиях открытой разработки месторождений полезных ископаемых.

Практико-ориентированное задание №4

Расчёт безопасных расстояний по разлету кусков породы при взрывании скважинных зарядов

Цель работы – овладение методикой расчета безопасных расстояний по разлету кусков породы при взрывании скважинных зарядов.

При определении зон, опасных по разлету отдельных кусков породы при взрывании скважинных зарядов на земной поверхности, следует выделять и отдельно рассчитывать безопасные расстояния для людей зданий и сооружений, машин и механизмов.

При взрывании скважинных зарядов рыхления (дробления) расстояние опасное для людей, рассчитывается по формуле:

$$r_{разл} = 1250 \cdot h_3 \cdot \sqrt{\frac{f}{1 + h_{заб}} \cdot \frac{d}{a}} \quad (4.1)$$

где h_3 – коэффициент заполнения скважины взрывчатым веществом, определяемый по формуле

$$h_3 = \frac{l_{зар}}{l_c}, \quad (4.2)$$

$l_{зар}$ – длина заряда ВВ, м;

$l_{зар}$ – глубина скважины, м;

f – коэффициент крепости горных пород;

h_3 – коэффициент заполнения скважины забойкой:

$$h_3 = \frac{l_{заб}}{l_n}, \quad (4.3)$$

$l_{зар}$ – длина забойки, м;

l_n – длина свободной от заряда верхней части скважины, м;

d – диаметр взрывающей скважины, м;

a – расстояние между скважинами в ряду или между рядами, м.

Расчётные значения радиусов разлета осколков округляются в большую сторону до значения, кратного 50 м. Окончательно принимаемое безопасное расстояние не должно быть меньше указанных в табл. 4.1.

**Минимально допустимые безопасные расстояния для людей при
взрывных работах**

№ п/п	Методы взрывных работ	Минимально допустимые радиусы опасных зон, м
1.	Наружных зарядов, в том числе кумулятивных	300 (по проекту)
2.	Шпуровых зарядов	200
3.	Котловых шпуров	200
4.	Малокамерных зарядов (рукавов)	200*
5.	Скважинных зарядов	Не менее 200**
6.	Котловых скважин	Не менее 300
7.	Камерных зарядов	Не менее 300

* - при взрывании на косогорах в направлении вниз по склону величина радиуса опасной зоны должна приниматься не менее 300 м.

** - радиус опасной зоны указан для взрывания зарядов с забойкой.

Практико-ориентированное задание №5

Составление паспорта буровзрывных работ на проведение горизонтальной горной выработки.

Цель работы – овладение методикой расчета параметров буровзрывных работ (БВР) при проведении подземных горных выработок и составления паспорта БВР.

Краткая теория

Проведение горных выработок буровзрывным способом осуществляется по паспортам буровзрывных работ (БВР). Паспорта утверждаются руководителем того предприятия, которое ведёт взрывные работы. С паспортом БВР ознакомляется весь персонал, осуществляющий буровзрывные работы в данной выработке.

Паспорт составляется для каждого забоя выработки на основании расчетов и утверждается с учётом результатов не менее трёх опытных взрываний. По разрешению руководителя предприятия (шахты, рудника) допускается вместо опытных взрываний использовать результаты взрывов, проведённых в аналогичных условиях.

Расчёт, необходимый для составления паспорта, сводится к выбору и определению основных параметров буровзрывных работ для проведения выработки. К основным параметрам относятся: тип взрывчатого вещества (ВВ) и средства инициирования (СИ), диаметр и глубина шпуров, тип вруба, удельный заряд ВВ, количество шпуров и конструкции зарядов, расход взрывчатых материалов.

5.1. Общие положения

Буровзрывной комплекс работ занимает от 30 до 60 % общего времени проходческого цикла в зависимости от горнотехнических условий.

При проведении горных выработок буровзрывные работы должны обеспечить заданные размеры и форму поперечного сечения выработки, точное оконтуривание её профиля, качественное дробление породы и сосредоточенное размещение её в забое, нормативную величину коэффициента излишка сечения (КИС), высокий коэффициент использования шпуров (КИШ).

Эти требования соблюдаются при условии правильного выбора параметров буровзрывных работ: типа ВВ, типа и параметров вруба, величины и конструкции заряда в шпуре, диаметра и глубины шпуров, числа и

расположения их в забое, способа и очередности взрывания зарядов, типа бурового оборудования, качества буровых работ, организации проходческих работ и т. д.

5.2. Определение параметров буровзрывных работ

5.2.1. Выбор взрывчатых материалов

При выборе взрывчатых материалов (ВМ) руководствуются требованиями безопасного производства взрывных работ, регламентированных «Правилами безопасности при взрывных работах» [6] с учетом физико-механических свойств горных пород и горнотехнических условий.

Рекомендуемые взрывчатые вещества (ВВ) [7] в зависимости от условий работ, обводнённости и крепости пород, способа заряжания представлены в табл. 5.1.

В шахтах, не опасных по газу или пыли, при проведении горизонтальных выработок допускается применение электрического взрывания и систем неэлектрического взрывания с низкоэнергетическими волноводами.

Таблица 5.1

Рекомендуемые ВВ

Условия взрывных работ	Условия размещения зарядов	Коэффициент крепости пород f	Тип ВВ	Способ заряжания
Выработки, не опасные по взрыву газа или пыли	Сухие шпуры	до 12	Гранулит М Граммонит 79/21 Гранулит АС-4В Гранулит-игданит	Механизированный
			Аммонит № 6ЖВ	Ручной
		более 12	Гранулит АС-8В	Механизированный
			Аммонал М-10 Детонит М Аммонал скальный № 1	Ручной
	Обводнённые шпуры	до 12	Аммонит № 6ЖВ	Ручной
		более 12	Аммонал М-10 Детонит М Аммонал скальный № 1	
Выработки, опасные по взрыву газа и пыли	Сухие и обводнённые шпуры	Для взрывания по породе	Аммонит АП-5ЖВ	Ручной
		Для взрывания по углю с учетом степени опасности	IV кл. Аммонит Т-19 Аммонит ПЖВ-20 V кл. Угленит Э-6 VI кл. Угленит 12ЦБ	
	Для водораспыления	Открытый заряд	Ионит	

На угольных шахтах, опасных по газу или пыли, разрешается только взрывание с применением электродетонаторов. При полном отсутствии в забоях проходимых выработок метана или угольной пыли, допускается применение непридохранительных ВВ II класса и электродетонаторов мгновенного, короткозамедленного и замедленного действия со временем замедления до 2 с без ограничения количества приёмов и пропускаемых серий замедлений.

Основные характеристики ВВ, применяемых при проходке подземных горных выработок, приведены в табл. 5.2.

Таблица 5.2

Характеристики ВВ

Наименование ВВ	Идеальная работа взрыва, кДж/кг	Плотность в патронах или насыпная, кг/м ³	Удельная объемная энергия взрыва при средней плотности, кДж/кг	Коэффициент взрывной эффективности при плотности ВВ 1000 кг/м ³	Расстояние передачи детонации между патронами, см		Диаметр патронов, мм	Масса патрона, кг	Длина патрона, мм
					Сухие	После выдержки в воде			
Аммонит № 6ЖВ	3561	1000-1100	3917	1,0	5-9	3-6	32 36	0,2 0,25	250 250
Аммонал М-10	4410	950-1100	4520	1,15	4	3	32	0,2	250
Детонит М	4316	1000-1200	4963	1,27	8-18	5-15	32 36	0,2 0,25	250 250
Аммонал скальный № 1	4420	1000-1100	4641	1,18	8-14	5-10	32 36	0,2 0,25	250 250
Аммонит АП-5ЖВ	2991	1000-1150	3215	0,82	5-10	2-7	36	0,3	250
Аммонит Т-19	2564	1000-1200	2820	0,72	7-12	4-8	36	0,3	240
Угленит Э-6	1946	1100-1250	2289	0,58	5-12	3-10	36	0,3	240
Угленит 12 ЦБ	1770	1200-1350	2256	0,58	4	2	36	0,3	240
Ионит	1482	1000-1200	1704	0,44	–	–	36	0,3	240
Гранулит М	3163	780-820 (1000-1150)*	3384	0,86					
Гранулит АС-4В	3645	800-850 (1100-1200)*	4192	1,07					
Гранулит АС-8В	3997	800-850 (1100-1200)*	4597	1,17					
Гранулит-игданит	3150	800-850 (1100-1200)*	3760	0,85					

* Плотность при механизированном зарядании

Технические характеристики электродетонаторов, применяемых при проведении горных выработок, приведены в табл. 5.3. Все электродетонаторы являются водоустойчивыми.

Таблица 5.3

Электродетонаторы для шахт и рудников

Тип электродетонаторов	Кол-во серий	Интервалы замедления, мс (с)	Безопасный ток, А	Гарантийный ток, А	Сопротивление, Ом	Примечание
ЭД-8Ж(Э)	1	0	0,2	1,0	1,8-3,6	Электродетонаторы непригодные для нормальной чувствительности
ЭД-3-Н	36	20, 40, 60, 80, 100, 125, 150, 175, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1250, 1500, 1750, 2000, 2500, 3000, 3500, 4000, 4500 мс 5,6,7,8,9,10 с				
ЭД-1-8-Т	1	0	1,0	5,0	0,5-0,75	Электродетонаторы непригодные для пониженной чувствительности к блуждающим токам
ЭД-3-Т	36	20, 40, 60, 80, 100, 125, 150, 175, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1250, 1500, 1750, 2000, 2500, 3000, 3500, 4000, 4500 мс 5,6,7,8,9,10 с				
ЭДКЗ-ОП	1	0	0,2	1,0	1,8-3,6	Электродетонаторы предохранительные нормальной чувствительности
ЭДКЗ-П	5	25, 50, 75, 100, 125 мс	0,2	1,0	1,8-3,6	
ЭДКЗ-ПМ	7	15, 30, 45, 60, 80, 100, 120 мс	0,2	1,0	1,8-3,6	
ЭД-КЗ-ПКМ	9	4, 20, 60, 80, 100, 125, 150, 175, 200 мс	0,2	1,0	1,8-3,6	

Детонирующие шнуры ДША, ДШВ и ДШЭ-12 и др. применяют при необходимости одновременного взрывания врубовых, нижних подошвенных шпуров, а также в рассредоточенных зарядах с целью передачи детонации всем частям шпурового заряда.

В последние годы на подземных взрывных работах получил широкое распространение новый способ инициирования зарядов ВВ – система неэлектрического взрывания различных модификаций: Нонель (Швеция), СИНВ, Эдилин (Россия) и др.

В табл. 3.4 представлены характеристики систем СИНВ и ДБИ для взрывных работ в рудниках и угольных шахтах, где допущено применение неперехватываемых взрывчатых веществ II класса.

Устройства СИНВ-Ш и ДБИЗ служат для трансляции инициирующего сигнала и инициирования боевиков шпуровых зарядов с заданной временной задержкой. В боевике каждого шпурового заряда размещается КД устройства СИНВ-Ш или ДБИЗ заданного интервала замедления.

Таблица 5.4

Характеристики систем неэлектрического инициирования

Устройство	Интервал замедления, мс	Назначение
СИНВ-Ш	0, 25, 42, 55, 67, 109, 125, 150, 176, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000, 9000, 10000	Изготовление патронов-боевиков
ДБИЗ	0, 17, 25, 42, 55, 67, 109, 125, 150, 176, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000, 9000, 10000	

Примечание. Интервалы замедлений приведены при длине ударно-волновой трубки (УВТ) 1 м. Добавление каждого метра длины УВТ увеличивает время замедления на 0,5 мс.

УВТ, выходящие из шпуров, инициируются одновременно от устройств СИНВ-П мгновенного действия (СИНВ-П-0), смонтированных в единую сеть. Длина УВТ стартового устройства (магистральной части сети) выбирается из условия безопасного подрыва и может составлять несколько сот метров.

При проходке подземных выработок обычно применяется следующая схема: УВТ, выходящие из шпуров, собираются в связки (пучки), которые соединяются в единую сеть детонирующим шнуром. Детонирующий шнур обвязывается вокруг связки двойной петлёй. Количество УВТ в одной связке не должно превышать 15 шт. Иницирование сети из детонирующего шнура производится электродетонатором или электрозажигательной трубкой.

5.2.2. Выбор типа вруба и глубины шпуров

Расположение шпуров в забое, величина заходки и показатели взрыва во многом определяются типом вруба. Врубы по характеру действия делятся на две группы:

- врубы с наклонными к оси выработки шпурами – наклонные врубы;
- врубы с параллельными к оси выработки шпурами – прямые врубы.

Тип вруба и глубину шпуров с учетом горнотехнических условий следует принимать по данным табл. 5.5.

Таблица 5.5

Тип вруба и глубина шпуров

Тип буровой техники	Сечение выработки, м ²	
	менее 6	более 6
Переносные перфораторы, ручные электросвёрла и пневмосвёрла	Прямые врубы при глубине шпуров более 1,5 м	Наклонные врубы при глубине шпуров не более (0,35–0,5) ширины выработки; прямые врубы при глубине шпуров до 2–2,5 м
Установки механизированного бурения	–	Прямые врубы с максимальной возможной глубиной по технической характеристике машины

Из наклонных врубов наибольшее распространение имеет вертикальный клиновой вруб. Другие врубы с наклонными шпурами (пирамидальный, горизонтальный клиновой и его разновидности, веерный и т. д.) не получили достаточно широкого распространения из-за сложности обуривания и узкой рекомендуемой области применения (забои, проводимые по пласту угля при малой его мощности, при наличии слабых прослоек пород по забою, при ярко выраженном контакте слабых пород с более крепкими вмещающими породами и т. д.).

Высокая эффективность врубов с наклонными шпурами и преимущества их по сравнению с прямыми врубами достигаются только при ограниченной глубине шпуров и определенном сечении выработки. При проходке выработок в крепких породах ($f > 12$) с применением вертикального клинового вруба длина заходки не превышает обычно 0,35 ширины выработки (B) из-за технической невозможности бурения врубовых шпуров под углом наклона, обеспечивающим эффективную работу вруба. При глубине шпуров более 0,5 B , применении буровых кареток, а также в выработках малого сечения (менее 6 м²) наиболее эффективны прямые врубы, глубина которых ограничивается точностью бурения в зависимости от типа буровой техники.

При глубине шпуров, принятой по рекомендациям табл. 5.5, проектную величину КИШ следует принимать равной 0,85–0,95 с учётом крепости горных пород.

5.2.3. Выбор конструкции и параметров врубов

5.2.3.1. Вертикальный клиновой вруб

При ограниченной глубине шпуров (1,2–2,0 м) наибольшее распространение имеет вертикальный клиновой вруб. Параметры вертикального клинового вруба в зависимости от крепости пород применительно к аммониту № 6ЖВ в патронах диаметром 32 мм в шпурах диаметром 42 мм ориентировочно по данным практики можно принять по данным табл. 5.6.

Таблица 5.6

Параметры вертикального клинового вруба

Группа крепости пород по СНиП	Коэффициент крепости пород f	Расстояние по вертикали между парами шпуров, мм	Количество шпуров во врубе при сечении выработки (м ²)		Угол наклона шпуров к плоскости забоя α , град.
			до 12	более 12	
IV-V	1-6	500	4	4-6	75-70
VI	6-8	450	4-6	6-8	68
VII	8-10	400	6-8	8-10	65
VIII	10-13	350	8-10	10-12	63
IX	13-16	300	10-12	12-14	60
X	16-18	300	10-12	12-14	58
XI	20	250	10-12	12-14	55

При применении другого типа ВВ и изменении диаметра шпуров расстояние между парами врубовых шпуров определяется с учётом поправочного коэффициента по формуле:

$$k = 1,25 \sqrt{e} \cdot d_3/d, \quad (5.1)$$

где e – коэффициент взрывной эффективности (см. табл. 5.2),

d_3 – диаметр заряда,

d – диаметр заряжаемой полости (шпура или скважины).

С увеличением коэффициента крепости пород (см. табл. 5.6) угол наклона врубовых шпуров к плоскости забоя уменьшается. Поэтому предельную глубину вертикального клинового вруба (рис. 5.1) при бурении шпуров ручными перфораторами в зависимости от коэффициента крепости пород и ширины выработки рекомендуется принимать по табл. 5.7 или по формуле:

$$h_{вр} = 0,25 B \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} - 0,3, \quad (5.2)$$

где B – ширина выработки, м

α – угол наклона шпуров к плоскости забоя, град. (см. рис. 3.1).

Предельная глубина вертикального клинового вруба $h_{вр}$, м

Ширина выработки, м	Коэффициент крепости пород f						
	2-5	6-7	8-9	10-12	13-15	16-17	18-20
2,0	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7
2,5	1,7	1,6	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0
3,0	2,1	1,9	1,7	1,6	1,4	1,3	1,2
3,5	2,4	2,2	1,9	1,7	1,6	1,5	1,4
4,0	2,8	2,6	2,2	2,1	1,9	1,8	1,7
4,5	3,2	2,9	2,5	2,4	2,3	2,0	1,9
5,0	3,5	3,1	2,9	2,7	2,4	2,2	2,1

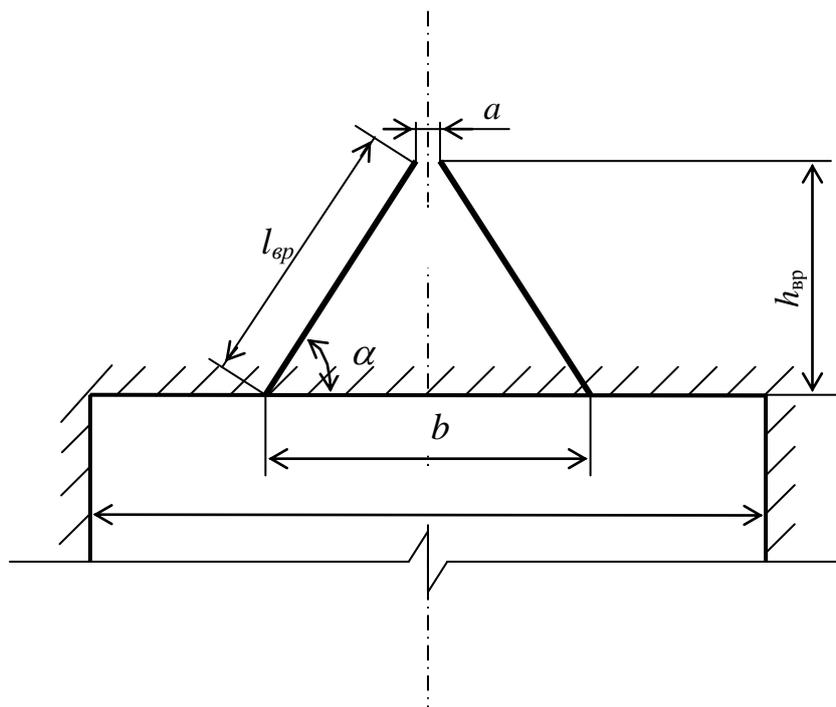


Рис. 5.1. Схема вертикального клинового вруба

Глубину врубовых шпуров следует принимать на 0,1-0,2 м больше длины вспомогательных и оконтуривающих шпуров:

$$h_{вр} = h_{шп} + (0,1 \div 0,2), \quad (5.3)$$

где $h_{шп}$ – глубина (длина) вспомогательных и оконтуривающих шпуров, м.

Длину шпуров клинового вруба определяют с учетом угла их наклона:

$$l_{вр} = h_{вр} / \sin \alpha, \quad (5.4)$$

где α – угол наклона шпуров к плоскости забоя, град.

Расстояние между устьями в паре шпуров клинового вруба определяют по зависимости:

$$b = 2 h_{вр} / \operatorname{tg} \alpha + a, \quad (5.5)$$

где a – расстояние между забоями пары сходящихся шпуров клинового вруба, м (в зависимости от коэффициента крепости пород $a = 0,15-0,2$ м).

После расчета основных параметров вруба следует проверить графическим способом техническую возможность обуривания вертикального клинового вруба с учетом принятого бурового оборудования. С этой целью в масштабе 1:20 – 1:50 вычерчивается план забоя (вид сверху) с наложением пары врубовых шпуров и обязательного соблюдения принятого угла наклона шпуров α .

Если ширина выработки не позволяет с учётом габаритов бурильной машины (см. рис. 3.1) обурить рассчитанный вруб, то следует уменьшить глубину врубовых шпуров или принять другой тип вруба. При применении бурильных установок стрела автоподатчика должна свободно размещаться при заданном угле наклона врубовых шпуров между точкой забуривания врубового шпура и стенкой выработки. При бурении переносными перфораторами или ручными электросвёрлами врубовые шпуры могут буриться в 2-3 приёма комплектом штанг различной длины (например: 0,5 м; 1,2 м; 2,0 м).

5.2.3.2. Прямые врубы

Из прямых врубов (рис. 5.2) наиболее широкое распространение получили следующие конструкции: призматический симметричный a ; щелевой b ; спиральный c и двойной спиральный d .

Прямые врубы представляют собой комбинацию параллельных заряженных шпуров, взрыв которых работает на компенсационную полость, создаваемую холостым шпуром (системой холостых шпуров) или скважиной. Взрыв последующих шпуров расширяет врубовую полость до размеров, достаточных для последующей отбойки вспомогательными (отбойными) шпурами с постоянной, предельной для конкретных горнотехнических условий линией сопротивления.

Параметры прямых врубов принимаются в зависимости от конструкции вруба, крепости пород, диаметра компенсационной полости (шпура или скважины, их количества). Наиболее ответственными являются первый шпур или серия шпуров, взрываемых на компенсационную полость. Поэтому для повышения эффективности взрыва целесообразно в качестве компенсационной полости использовать шпур увеличенного диаметра, систему холостых шпуров или скважину.

Расстояние между компенсационной полостью и первым взрываемым шпуром или серией шпуров (пробивное расстояние W_1) рекомендуется принимать для шпуров диаметром 42 мм при использовании аммонита № 6 ЖВ в патронах диаметром 32 мм по табл. 5.8.

При применении другого типа ВВ или другой конструкции заряда пробивное расстояние W_1 , определенное по табл. 1.7, умножается на поправочный коэффициент, рассчитанный по формуле (5.1).

Пробивные расстояния W_1 учитывают возможное отклонение шпуров от заданного направления. С увеличением глубины шпуров растет их отклонение, поэтому при глубине шпуров до 2,5 м достаточно принимать диаметр первоначального

чальной компенсационной полости не более 50-60 мм; при шпурах глубиной до 3 м – 70-105 мм и при шпурах до 4 м – 105-125 мм, что позволит сохранить КИШ в пределах 0,85-0,9.

Пробивные расстояния для шпуров, взрывааемых вторыми и последующими во врубе (W_1, W_2, W_3 и т. д.), принимаются равными 0,8 от ширины (наибольшего размера) ранее образованной врубовой полости.

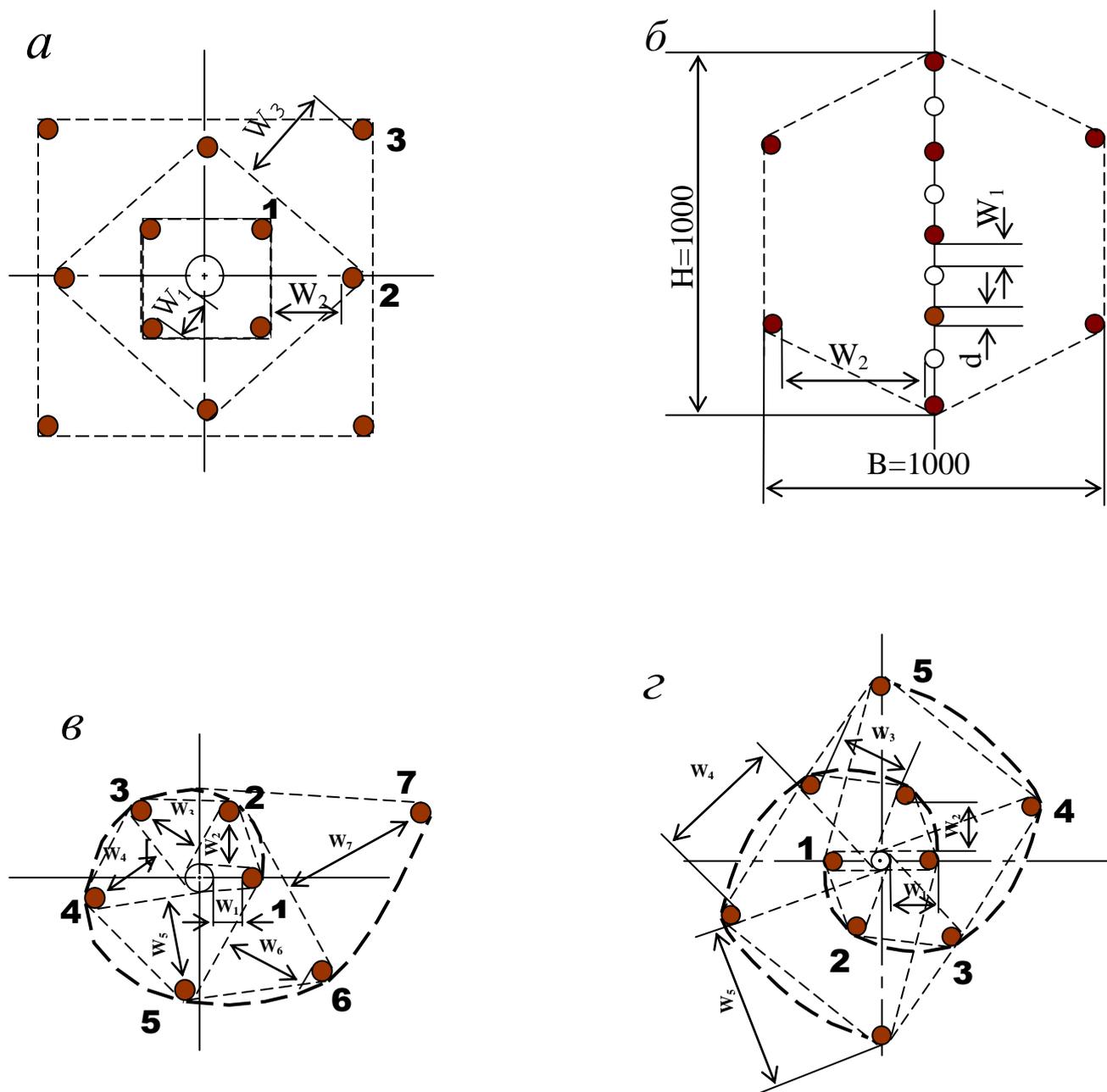


Рис. 5.2. Конструкции прямых врубов:
a – призматический симметричный; *б* – щелевой; *в* – спиральный;
г – двойной спиральный

Пробивные расстояния W_1 , мм

Диаметр холостого шпура или скважины D_x , мм	Коэффициент крепости пород f						
	2-5	6-7	8-9	10-12	13-15	16-17	18-20
42	115	100	90	80	60	60	55
51	125	110	100	90	80	70	65
56	150	130	110	95	90	85	75
75	170	150	130	105	100	95	85
105	190	170	150	120	110	105	95
125	230	200	170	140	120	110	100

Например, пробивное расстояние для шпуров спирального вруба, взрывааемых вторыми, т. е. на обнаженную поверхность, образованную взрывом первого шпура, определяют по данным табл. 3.9 или по зависимости, мм:

$$W_2 = 0,8 \cdot (W_1 + D_x + d), \quad (5.6)$$

где W_1 – пробивное расстояние для первого шпура (см. табл. 5.7);

D_x – диаметр компенсационной полости (холостого шпура или скважины);

d – диаметр заряженных шпуров.

Пробивные расстояния (W_2 , W_3 и т. д.) для любого типа вруба могут быть определены графически путем последовательного построения расширяющейся врубовой полости (см. рис. 5.2) в масштабе 1:5.

Таблица 5.9

Пробивные расстояния W_2 , мм

Диаметр холостого шпура или скважины D_x , мм	Коэффициент крепости пород f						
	2-5	6-7	8-9	10-12	13-15	16-17	18-20
42	170	150	140	130	120	115	110
51	180	160	150	140	130	120	115
56	210	180	170	160	150	140	130
75	260	210	200	185	170	150	140
105	300	260	240	215	200	185	175
125	340	300	270	250	230	220	215

Расчёты и построения выполняются до тех пор, пока не образуется врубовая полость размером в пределах от 0,9×0,9 до 1,2×1,2 м. Такой размер врубовой полости является достаточным и позволяет в дальнейшем производить отбойку породы вспомогательными и оконтуривающими шпурами уже с постоянной линией наименьшего сопротивления, которая соответствует предельному пробивному расстоянию шпурового заряда при взрывании его на неограниченную свободную поверхность.

Предельные пробивные расстояния для вспомогательных и оконтуривающих шпуров при их диаметре 42 мм, заряженных аммонитом № 6ЖВ в патронах диаметром 32 мм, приведены в табл. 5.10.

Таблица 5.10

**Предельные пробивные расстояния
для вспомогательных и оконтуривающих шпуров, мм**

Диаметр шпуров, мм	Коэффициент крепости пород f						
	2-5	6-7	8-9	10-12	13-15	16-17	18-20
42	1000-900	800	700	650	600	550	500

Опыт работы и расчёты показывают, что для образования врубовой полости сечением 0,8-1,4 м² необходимо принять 8-12 шпуров в зависимости от диаметра компенсационной полости и коэффициента крепости пород.

При применении щелевого вруба пробивное расстояние между заряжаемыми и холостыми шпурами принимается по данным табл. 5.8. Количество заряжаемых N_z и холостых N_x шпуров в щелевом врубе при их одинаковом диаметре определяют по формулам:

$$N_z = \frac{H}{2(W_1 + d)} + 1, \quad (5.7)$$

$$N_x = \frac{H}{2(W_1 + d)}, \quad (5.8)$$

где H – высота вруба, мм;

W_1 – пробивное расстояние, мм;

d – диаметр шпуров, мм.

Щелевой вруб (рис. 5.2, б) высотой 1000 мм с последующим расширением полости четырьмя шпурами дает высокие показатели в породах любой крепости и в выработках любого сечения. Пробивное расстояние W_2 для шпуров, взрывааемых во вторую очередь, принимается равным 500 мм, а расстояние между шпурами по вертикали 700–800 мм в породах любой крепости.

Могут быть приняты другие конструкции прямых врубов, но принцип расчета их параметров будет аналогичен.

После расчета параметров принятого прямого вруба (пробивных расстояний и числа шпуров во врубе) определяется площадь вруба по забою выработки, что необходимо для определения количества остальных шпуров.

Глубина (длина) холостых и заряжаемых шпуров прямого вруба должна приниматься больше на 10 % по сравнению с глубиной вспомогательных и оконтуривающих шпуров.

При ведении взрывных работ на угольных шахтах, опасных по газу или пыли, при определении расстояний между смежными шпурами следует придерживаться дополнительных требований ЕПБ.

Расстояние от заряда ВВ до ближайшей поверхности должно быть не менее 0,5 м по углю и не менее 0,3 м по породе, в том числе и при взрывании зарядов в породном негабарите. В случае применения ВВ VI класса при взрывании по углю это расстояние допускается уменьшать до 0,3 м.

Минимально допустимые расстояния между смежными (взрываемыми последовательно) шпуровыми зарядами должны соответствовать данным табл. 5.11.

В породах с $f > 10$ расстояние между смежными шпуровыми зарядами должно определяться нормативами, разработанными по согласованию с организацией-экспертом по безопасности работ.

Поскольку при применении прямых врубов с незаряжаемыми шпурами (см. рис. 3.2) данные требования, как правило, невыполнимы, то в угольных шахтах, опасных по газу или пыли, применяются прямые врубы, работающие по принципу воронкообразования.

Таблица 5.11

Минимально допустимые расстояния между смежными шпуровыми зарядами

Условия взрывания	Класса ВВ			
	II	III-IV	V	VI
По углю	0,6	0,6	0,5	0,4
По породе:				
при $f < 7$	0,5	0,45	0,3	0,25
при $f > 10$	0,4	0,3	–	–

В породах с коэффициентом крепости $f < 6$ обычно применяется прямой призматический вруб из 4–6 шпуров, которые располагаются по контуру окружности или периметру прямоугольника и взрываются одновременно в один приём. Расстояние между врубовыми шпурами следует принимать в соответствии с рекомендациями табл. 5.11. При проведении выработок в более крепких породах целесообразно использовать двойной призматический вруб из 6–8 шпуров с соблюдением тех же требований, которые взрываются короткозамедленно и последовательно в два приёма.

5.2.4. Определение удельного заряда ВВ

Величина удельного заряда ВВ, т. е. количество ВВ, необходимое для заряжания в шпуры единицы объёма обуренного массива (с учетом эффективного разрушения), зависит от крепости пород, сечения выработки, типа ВВ и условий взрывания (наличия обнажённой поверхности, структуры породы, плотности ВВ при заряжании, типа вруба).

Удельный заряд при врубах с наклонными шпурами рекомендуется определять по видоизменённой формуле Н. М. Покровского:

$$q = 0,1 \cdot f \cdot f_1 \cdot v / e, \quad (5.9)$$

где q – удельный заряд ВВ, кг/м³;

f – коэффициент крепости по М. М. Протоdjяконову. В породах с $f > 16$ в формуле (5.9) принимать 0,08 вместо 0,1;

f_1 – коэффициент структуры породы;

ν – коэффициент зажима породы, зависящий от площади поперечного сечения выработки и количества обнажённых поверхностей;

e – коэффициент взрывной эффективности заряда ВВ.

Коэффициент относительной эффективности заряда ВВ определяется из выражения

$$e = \frac{Q_{\text{ид}} \cdot \rho}{Q_{\text{ид.э}} \cdot \rho_э}, \quad (5.10)$$

где $Q_{\text{ид}}$, $Q_{\text{ид.э}}$ – идеальная работа взрыва принятого и эталонного ВВ, кДж/кг;

ρ , $\rho_э$ – плотность заряда принятого и эталонного ВВ, кг/м³.

Необходимые данные для расчета величины e принимают из табл. 5.2. При средней плотности заряда ВВ значение коэффициента взрывной эффективности можно принять из этой же таблицы. В качестве эталонного ВВ в формуле (5.10) и в табл. 5.2 принят аммонит № 6ЖВ.

Значение коэффициента структуры породы f_1 принимается из табл. 5.12.

Таблица 5.12

Коэффициент структуры породы f_1

Характеристика пород	Категория пород	Коэффициент структуры породы f_1
Монолитные, крепкие, вязкие, упругие	I	1,6
Трещиноватые, крепкие	II	1,2-1,4
Массивно-хрупкие	III	1,1
Сильнотрещиноватые, мелкослоистые, большинство пород угольных бассейнов	IV	0,8-0,9

Коэффициент зажима породы при одной обнаженной поверхности в забоях горизонтальных и наклонных выработок определяется из выражения

$$\nu = \frac{6,5}{\sqrt{S_{\text{вч}}}}, \quad (5.11)$$

где $S_{\text{вч}}$ – площадь поперечного сечения вчерне, м².

При двух обнаженных поверхностях коэффициент зажима принимается в пределах $\nu = 1,1-1,4$ (меньшие значения – для больших сечений выработок).

При щелевом врубе на полную высоту выработки для определения удельного заряда для шпуров по забою, кроме врубовых, в формуле (5.9) следует принимать коэффициент зажима породы $\nu = 1,4$.

Прямые (дробящие) врубы требуют повышенного удельного заряда ВВ. По формуле (5.9) при применении прямых врубов определяют удельный заряд только для вспомогательных и оконтуривающих шпуров с коэффициентом зажима породы $\nu = 1,1-1,4$.

5.2.5. Выбор диаметра шпура

Диаметр шпуров выбирается в зависимости от стандартного диаметра патрона принятого типа ВВ. В табл. 5.2 указаны стандартные диаметры патронов промышленных ВВ. При выпуске ВВ в патронах различных диаметров следует принимать диаметр патрона с учётом сечения выработки и типа буровой техники. При использовании мощных бурильных машин и при больших сечениях выработки принимают патроны с большим диаметром или механизированное зарядание гранулированными ВВ.

При применении метода контурного взрывания в оконтуривающих шпурах следует уменьшить линейную плотность зарядания. С этой целью рекомендуется применять, например, специальные патроны типа ЗКВК из аммонита № 6ЖВ диаметром 26 мм длиной 360 мм в полиэтиленовых оболочках. Эти патроны имеют соединительные муфты с лепестками, позволяющими стыковать их и центрировать по оси шпура с созданием воздушного промежутка между патронами и стенками шпура.

Диаметр шпуров при использовании патронированных ВВ принимается не менее чем на 5 мм больше диаметра патрона. При применении машин ударного-поворотного и вращательного-ударного бурения и патронированных ВВ диаметр шпуров обычно составляет 38–42 мм. При механизированном зарядании шпуров гранулированными ВВ в горнорудной промышленности диаметр шпуров принимается в пределах от 38 до 52 мм в зависимости от сечения выработки, детонационной способности ВВ и взрываемости пород.

При бурении по углю и породам угольной формации используются шпуры диаметром 37–46 мм.

5.2.6. Определение количества шпуров

Количество шпуров в забое зависит от физико-механических свойств пород, поперечного сечения выработки, параметров зарядов и типа принятого вруба.

Количество шпуров на забой **при врубах с наклонными шпурами** определяют по формуле проф. Н. М. Покровского

$$N = q \cdot S_{вч} / \gamma, \quad (5.12)$$

где q – удельный заряд ВВ, определяемый по формуле (1.9), кг/м³;

$S_{вч}$ – площадь сечения выработки в черне, м²;

γ – весовое количество ВВ (вместимость), приходящееся на 1 м шпура, кг/м.

$$\gamma = 3,14 d^2 \rho \alpha / 4, \quad (5.13)$$

где d – диаметр заряда (патрона ВВ или шпура), м;

ρ – плотность ВВ в заряде, кг/м³;

α – коэффициент заполнения шпуров.

При ручном зарядании без уплотнения ВВ в шпуре используется параметр «диаметр патрона», а параметр «диаметр шпура» – при уплотнении патронов вручную с разрезанием оболочки или при механизированном зарядании.

При разрезании оболочки патронов плотность ВВ в шпуре принимается равной 0,9 от плотности ВВ в патроне (см. табл. 5.2). При механизированном зарядании шпуров гранулированными ВВ плотность ВВ в шпуре составляет 1150–1200 кг/м³.

Коэффициент заполнения шпуров в выработках шахт, не опасных по взрыву газа или пыли, проходимых в крепких породах, принимается максимальным (0,7-0,9).

В выработках шахт, опасных по газу или пыли и в породах с $f = 2-8$ – коэффициент заполнения принимается 0,35-0,55; в более крепких породах – 0,5-0,6. При этом при ведении взрывных работ на угольных шахтах, опасных по взрыву газа или пыли, величина забойки должна быть не менее 0,5 м.

Во всех случаях с увеличением длины шпуров коэффициент заполнения шпуров увеличивается.

Полученное по формуле (5.12) количество шпуров является ориентировочным (см. табл. 5.13) и может быть изменено при необходимости на 10–15 %. Окончательно число шпуров принимается после вычерчивания схемы расположения шпуров в сечении выработки (рекомендуемый масштаб – 1:50-1:20), и только затем возобновляется расчёт.

Таблица 5.13

Ориентировочное количество шпуров на забой в зависимости от коэффициента крепости пород и сечения выработок

Коэффициент крепости пород f	Сечение выработки вчерне, м ²						
	4	6	8	10	12	14	16
2-4	8-11	12-16	17-21	22-27	28-33	34-38	35-42
5-7	12-16	17-21	22-27	28-33	34-38	39-42	43-46
8-10	16-20	21-26	27-32	33-37	38-42	42-46	47-50
12-14	20-24	26-30	32-36	37-42	42-46	46-50	50-54
более 14	26-28	32-36	36-40	44-48	48-52	52-54	56-60

При вычерчивании схемы расположения шпуров при любом типе вруба среднее расстояние между рядами вспомогательных шпуров, между вспомогательными и оконтуривающими и между шпурами в рядах должно быть примерно одинаковым и приниматься в соответствии с рекомендациями табл. 1.10 или определяться из выражения

$$a = \sqrt{\frac{S_{вч} - S_{вр}}{N - N_{вр}}}, \quad (5.14)$$

где $S_{вч}$ – площадь сечения выработки вчерне, m^2 ;

$S_{вр}$ – площадь сечения врубовой полости (для вертикального клинового вруба принимается равной половине площади прямоугольника, образованного устьями врубовых шпуров на плоскости забоя), m^2 ;

$N, N_{вр}$ – общее число на забой и число врубовых шпуров.

Оконтуривающие шпуры располагают с наклоном $85-87^\circ$ к плоскости забоя с таким расчетом, чтобы их концы вышли за проектный контур сечения выработки вчерне только за линией уходки. Забуриваются оконтуривающие шпуры на минимальном расстоянии ($150-200$ мм) от проектного контура выработки с учётом принятой буровой техники.

При применении прямых врубов количество шпуров определяется по формуле

$$N = N_{вр} + q \cdot (S_{вч} - S_{вр}) / \gamma, \quad (5.15)$$

где $N_{вр}$ – количество врубовых шпуров (см. раздел 1.2.3.2);

$S_{вр}$ – площадь поперечного сечения прямого вруба, m^2 .

При контурном взрывании число оконтуривающих шпуров необходимо увеличивать. При этом параметры зарядов в оконтуривающих шпурах (удельный заряд, расстояние между шпурами и др.) рассчитываются по специальным методикам ([3] и др.).

3.2.7. Определение расхода взрывчатых материалов

Количество ВВ (кг) на цикл при **врубках с наклонными шпурами**

$$Q = q \cdot S_{вч} \cdot l_{шп}, \quad (5.16)$$

где $l_{шп}$ – глубина заходки, равная глубине вспомогательных и оконтуривающих шпуров, м.

Средняя величина заряда (кг) на один шпур

$$q'_{ср} = Q / N. \quad (3.17)$$

Количество ВВ (кг) на цикл **при врубах с прямыми шпурами** (кг)

$$Q = Q_{вр} + q \cdot (S_{вч} - S_{вр}) \cdot l_{шп}, \quad (5.18)$$

где $Q_{вр}$ – количество ВВ во врубовых шпурах, принимается как сумма зарядов врубовых шпуров. Величина заряда (кг) во врубовый шпур принимается

$$q'_{вр} = 0,785 \cdot d^2 \cdot \rho \cdot \alpha \cdot l_{вр}, \quad (5.19)$$

где d – диаметр патрона ВВ или шпура, в зависимости от способа заряжания, м;

ρ – плотность ВВ в заряде, $кг/м^3$;

α – коэффициент заполнения врубового шпура, $0,7-0,95$ (в зависимости от длины шпуров и крепости пород);

$l_{вр}$ – длина врубовых шпуров, м (принимается на 10 % больше длины вспомогательных и оконтуривающих шпуров).

Средняя величина заряда (кг) на один вспомогательный и оконтуривающий шпур **при прямых врубах**

$$q_{ср}'' = \frac{q \cdot (S_{вч} - S_{вр}) \cdot l_{шп}}{N - N_{вр}}. \quad (5.20)$$

При распределении ВВ по шпурам величину заряда во врубовые шпуры **при наклонных врубах** следует принимать на 10-20 % больше средней величины $q'_{ср}$ (кг)

$$q_{вр}^* = (1,1 \div 1,2) q'_{ср}. \quad (5.21)$$

В оконтуривающих шпурах, кроме почвенных, при любых типах врубов величину заряда следует уменьшать на 10-20 % по сравнению со средней величиной $q'_{ср}$ (кг)

$$q_{ок}^* = (0,9 \div 0,8) q'_{ср}. \quad (5.22)$$

Обычно в практике взрывных работ величина заряда во вспомогательных шпурах принимается равной средней величине заряда в шпурах $q'_{ср}$:

$$q_{всп}^* = q'_{ср}. \quad (5.23)$$

Полученные величины зарядов во врубовых, вспомогательных и оконтуривающих шпурах при ручном заряжении патронированными ВВ принимают **кратными массе патронов ВВ**.

При механизированном заряжении заряд ВВ в шпуре состоит из патрона-боевика (0,2 или 0,25 кг) и собственно заряда гранулированного ВВ, масса которого принимается кратной 0,1 кг.

После определения величин зарядов ВВ в шпурах каждой группы следует проверить возможность размещения их в шпурах, учитывая длину и массу патронов, а также линейную плотность заряжения при применении гранулированных ВВ.

Фактический расход ВВ (кг) на цикл

$$Q_{ф} = \sum q_{вр}^* + \sum q_{всп}^* + \sum q_{ок}^*. \quad (5.24)$$

Расход ВВ (кг) на погонный метр выработки

$$Q_{м} = Q_{ф} / (l_{шп} \eta), \quad (5.25)$$

где η – КИШ (принимается равным 0,85-0,95 в зависимости от крепости пород).

Объём горной массы за взрыв

$$Q_{гм} = S_{пр} l_{шп} \eta, \quad (5.26)$$

где $S_{пр} = S_{вч} \cdot \text{КИС}$ – сечение выработки в проходке, м^2 , которое следует определять в соответствии с рекомендациями таблицы 5.14.

Удельный расход ВВ (кг) на 1 м^3 взорванной породы

$$q_p = Q_{\phi} / Q_{\text{гм}}. \quad (5.27)$$

Таблица 5.14

Допустимое нормативное увеличение (в %) поперечного сечения горизонтальных горных выработок при проходке буровзрывным способом

Поперечное сечение горных выработок вчерне (по проекту), м^2	Коэффициент крепости пород f		
	1–2	2–9	10–20
до 8	5*	10	12
от 8 до 15	4	8	10
более 15	3	5	7

*Коэффициент излишка сечения: $\text{КИС} = 1 + \Delta = 1 + 5/100 = 1,05$.

Расход ЭД, КД (систем неэлектрического взрывания) определяется по числу взрываемых зарядов.

Расход ЭД, КД на 1 метр выработки:

$$N_m = N_{\text{кд}} / (l_{\text{шт}} \eta). \quad (5.28)$$

Удельный расход ЭД, КД на 1 м^3 взорванной породы:

$$N_p = N_{\text{кд}} / (S_{\text{пр}} l_{\text{шт}} \eta). \quad (5.29)$$

Заводы-изготовители производят неэлектрические системы инициирования с длинами волноводов, определяемыми заказами потребителей.

Длина УВТ ориентировочно определяется по формуле:

$$L_{\text{увт}} = l_{\text{шт}} + B / 4 + 0,5, \quad (5.30)$$

где B – ширина выработки, м;

0,5 –длина УВТ для сборки пучков, м.

5.3 РАСЧЕТ ЭЛЕКТРОВЗРЫВНОЙ СЕТИ

При расчете электровзрывной сети определяют её сопротивление и сопротивление её отдельных ветвей. Для проверки обеспечения безотказности взрывания всех электродетонаторов, включённых в сеть, при известном напряжении (принятом источнике тока) выполняется проверочный расчет, при котором определяют общую величину тока в сети и величину тока, поступающего в каждый электродетонатор.

Если необходимо выбрать источник тока, определяют общее сопротивление сети и минимальную силу тока в цепи, обеспечивающую безотказное взры-

вание всех электродетонаторов, после чего находят необходимое напряжение и подбирают источник тока (табл. 5.15).

Сопrotивление магистральных и соединительных проводов, а также участков, если они имеются при конкретной схеме взрывания, принимается по табличным данным или вычисляется по формуле

$$R = \rho (l/S), \quad (5.31)$$

где R – сопротивление проводов, Ом;

ρ – удельное сопротивление материала проводов, которое принимается для медных проводов $0,0172 \cdot 10^{-6}$, для алюминиевых $0,0286 \cdot 10^{-6}$ и для стальных $0,12 \cdot 10^{-6}$ Ом·м;

l – длина проводов, м. Длину проводов принимают на 10 % больше расчётной, учитывая изгибы и сrostки;

S – сечение проводов, м².

Сопrotивление электродетонаторов при расчёте сети принимается по табличным данным с учётом длины выводных проводов (см. табл. 5.3). Сопrotивление электродетонаторов нормальной чувствительности в зависимости от длины выводных медных проводов с диаметром жилы 0,5 мм составляет от 1,8 до 3,6 Ом. При расчёте величину сопротивления электродетонаторов нормальной чувствительности обычно принимают равной 3 Ом.

Таблица 5.15

Взрывные приборы и машинки

Наименование прибора (исполнение)	Напряжение, В	Масса, кг	Максимальное сопротивление электровзрывной сети, Ом	Назначение и область применения
Конденсаторный взрывной прибор КВП-1/100М (РВ) КВП-2/200М (РН)	600 1700	2 2,5	320 1700	Взрывание ЭД нормальной чувствительности на поверхности и в шахтах, опасных и не опасных по взрыву газа или пыли
Конденсаторный взрывной прибор ПИВ-100М (РВ)	610	2,7	320	
Конденсаторная взрывная машинка КПМ-3 (РН)	1600	3,0	200	Взрывание ЭД нормальной чувствительности на поверхности и в шахтах, не опасных по взрыву газа или пыли

При электрическом способе взрывания в каждый электродетонатор нормальной чувствительности должен поступать постоянный гарантийный ток силой не менее $I_{\text{гар}} = 1$ А при числе ЭД до 100 штук и не менее $I_{\text{гар}} = 1,3$ А при числе ЭД более 100 штук, или переменный ток силой не менее $I_{\text{гар}} = 2,5$ А.

Для электродетонаторов пониженной чувствительности к блуждающим токам (ЭД-1-8-Т, ЭД-1-3-Т) гарантийный ток следует принимать не менее 5 А.

Проверочный расчёт электровзрывной сети производится по следующим формулам в зависимости от схемы соединения:

а) при последовательном соединении

$$I = \frac{E}{R + rn}, \quad i = I \geq I_{\text{гар}}, \quad (5.32)$$

б) при параллельном соединении

$$I = \frac{E}{R + r/n}, \quad i = I/n \geq I_{\text{гар}}, \quad (5.33)$$

в) при смешанном последовательно-параллельном соединении

$$I = \frac{E}{R + rn/m}, \quad i = I/m \geq I_{\text{гар}}, \quad (5.34)$$

г) при смешанном параллельно-последовательном соединении

$$I = \frac{E}{R + rm/n}, \quad i = I/m \geq I_{\text{гар}}, \quad (5.35)$$

где I – сила тока в электровзрывной сети, А;

E – электродвижущая сила источника тока или напряжение на клеммах, В;

R – сопротивление всех проводов (магистральных, соединительных, участковых) и внутреннее сопротивление источника, Ом;

n – число последовательно соединённых электродетонаторов в сети или группе;

m – число параллельно включённых групп электродетонаторов при смешанном соединении;

i – сила тока, поступающего в каждый электродетонатор, А;

$I_{\text{гар}}$ – гарантийная сила тока, необходимая для безотказного взрывания электродетонаторов, А;

r – сопротивление электродетонатора, Ом.

При проведении горизонтальных выработок обычно применяется последовательная схема соединения электродетонаторов во взрывной сети. В этом случае общее сопротивление взрывной сети можно определить по формуле:

$$R_{\text{общ}} = r_n + r_c L_c + r_m L_m, \quad (5.36)$$

где r_c , r_m – сопротивление соответственно 1 м соединительных и магистральных проводов, Ом (принимается по данным табл. 3.16 или рассчитывается по формуле (5.31));

L_c , L_m – длина соответственно соединительных и магистральных проводов, м.

Характеристики проводов для электровзрывания

Обозначение	Назначение	Диаметр жилы, мм	Площадь сечения, мм ²	Сопротивление 1 м провода, Ом/м
ВП-05	соединительные	0,5	0,196	0,090
ВП-08	магистральные	0,8	0,502	0,034
ВП-07x2	магистральные	0,7x2	0,769	0,024

Магистральные провода (постоянная взрывная магистраль) подключаются обычно на расстоянии не ближе 30 м от забоя и могут отставать от места взрыва не более чем на 100 м. Место укрытия взрывника при проходке горизонтальных выработок должно находиться не ближе 150 м от забоя. Электровзрывная сеть должна быть двухпроводной.

В шахтах (рудниках), опасных по газу или пыли, должны применяться электродетонаторы только с медными проводами. Это требование также распространяется на соединительные и магистральные провода (кабели) электровзрывной сети.

Если проверочный расчет показывает неприменимость последовательной схемы соединения электродетонаторов (ввиду того, что $i < I_{\text{гap}}$), следует принимать последовательно-параллельную схему соединения. Тогда число последовательно включённых электродетонаторов в сети или группе и число групп, включённых параллельно, определяют по формулам

$$n = \frac{E}{2I_{\text{гap}} + R}, \quad (5.37)$$

$$m = \frac{E}{2I_{\text{гap}} + r}. \quad (5.38)$$

Если общее число электродетонаторов, подлежащих взрыванию, равно $M = n \cdot m$, то, определив один из множителей, вычисляют другой.

5.4 ВЫБОР БУРОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Тип бурильной машины выбирается в зависимости от коэффициента крепости горных пород, глубины шпуров и необходимой производительности машины при выполняемом объёме буровых работ.

Бурение шпуров производится ручными, колонковыми электро- и пневмосвёрлами, переносными перфораторами и бурильными установками.

Выбор типа бурильной машины и установочного приспособления в зависимости от крепости пород ориентировочно можно производить по табл. 3.1.

Ручные электросвёрла ЭР14Д-2М, ЭР18Д-2М, СЭР-19М применяются для бурения шпуров диаметром 36-44 мм и глубиной до 3 м по углю и породам с коэффициентом крепости до 4.

При бурении по крепким углям и породам средней крепости применяются электросвёрла ЭРП18Д-2М и СРП-1 с принудительной подачей.

Ручные пневматические свёрла СР-3, СР-3М, СПР-8 применяются на шахтах, опасных по газу или пыли, для бурения шпуров диаметром 36 мм и глубиной до 3 м при проведении выработок по углю и породам с коэффициентом крепости до 4. Свёрло СГ-3Б с применением пневмоподдержки применяются для бурения шпуров в породах с коэффициентом крепости до 6.

При проведении горизонтальных и наклонных выработок при бурении шпуров диаметром 40-46 мм и глубиной до 5 м в крепких и средней крепости с коэффициентом более 5 применяют переносные перфораторы ПП36В, ПП54В, ПП54ВБ, ПП63В, ПП63ВБ, ПП63П, ПП63С, ПП63СВП массой 24-33 кг с энергией удара от 36 до 63 Дж. Обычно глубина шпуров при бурении переносными перфораторами составляет 1,5-2,5 м.

Таблица 5.17

**Область применения бурильных машин
и установочных приспособлений**

Коэффициент крепости пород	Тип бурильных машин и установочных приспособлений
1,5–3	Ручные электросвёрла и пневмосвёрла, лёгкие перфораторы на пневмоподдержках
4–6	Бурильные установки вращательного действия, перфораторы лёгкого и среднего веса на пневмоподдержках, колонковые или длинноходовые электросвёрла на манипуляторах
7–9	Бурильные установки вращательно-ударного действия, перфораторы среднего веса и тяжёлые на пневмоподдержках, колонковые или длинноходовые электросвёрла на манипуляторах
10–20	Бурильные установки вращательно-ударного действия, тяжёлые перфораторы на пневмоподдержках, колонковые перфораторы на распорных колонках или манипуляторах

Телескопные перфораторы ПТ-29М, ПТ36М, ПТ38, ПТ48 применяются при проведении восстающих выработок и для бурения шпуров в крепких породах под анкерную (штанговую) крепь.

Для облегчения труда бурильщиков и повышения скорости бурения применяются колонковые электросвёрла, электросвёрла на манипуляторах и колонковые перфораторы.

Колонковые электросвёрла применяются при бурении шпуров диаметром 36-50 мм в породах с коэффициентом крепости 5-10. Промышленностью выпускаются колонковые электросвёрла ЭБПП-1, ЭБПП-2У5, которые устанавливаются на распорных колонках или на манипуляторах бурильных установок.

Съёмные бурильные машины типа БУЭ вращательного действия применяют на бурильных установках при бурении шпуров диаметром 42 мм, длиной до 3 м в породах с $f < 8$.

Колонковые перфораторы, более мощные чем ручные, применяются для бурения шпуров с колонок, манипуляторов и буровых кареток при проведении выработок в крепких и очень крепких породах.

В горнодобывающей промышленности применяют колонковые перфораторы ПК-50, ПК-65, ПК-75, ПК-120, ПК-150. Применение колонковых перфораторов и электросвёрл на распорных колонках при проходке выработок ограничено из-за значительных затрат времени на монтаж, демонтаж и переустановку колонок. Поэтому чистое время бурения составляет 20-35 % от общих затрат времени на бурения шпуров.

Механизированное бурение шпуров производят бурильными установками (каретками) и навесным оборудованием, смонтированным на погрузочных машинах.

Отечественной промышленностью выпускаются бурильные установки (каретки) вращательного бурения с колонковыми электросверлами БУЭ-1м, БУЭ-2, вращательно-ударного и ударно-поворотного бурения БУ-1, БУР-2, СБУ-2м, СБУ-2К, УБШ.

В угольной промышленности наибольшее распространение получили установки БУ-1, БУР-2, БУЭ-1 и БУЭ-2. С использованием этих установок производят около 50 % выработок.

Установки вращательного бурения применяют при проведении выработок в породах с $f < 8$; ударно вращательного действия с машинами БГА-1 в породах с $f = 6-10$, с машинами БГА-1М, БГА-2М в породах с $f = 10-14$; ударно-поворотного действия в породах с $f = 10-20$.

Технические характеристики бурильных установок приведены в табл. 5.2 – 5.3.

При определении бурильного оборудования следует принимать один перфоратор (сверло) не менее чем на 2 м² площади забоя горизонтальной или наклонной выработки; на каждые три рабочие машины одну резервную.

Одну бурильную установку принимают не менее чем на 9 м² площади забоя горизонтальной выработки. На каждую работающую в забое установку – рабочий и резервный комплекты инструмента.

Таблица 5.18

Характеристики отечественных бурильных установок для бурения шпуров при проходке горизонтальных выработок

Характеристики	Тип бурильной установки					
	УБШ-204 (БУЭ-1М)	УБШ-214А	УБШ-308У (1СБУ-2)	УБШ-303 (1БУР-2)	УБШ-254	УБШ-332Д
Коэффициент крепости пород f	4-8	4-16	8-14	4-16	8-14	8-14
Диаметр шпуров, мм	42	42-52	42-52	42-52	42-52	42-52
Длина шпуров, м	2,75	2,75	2,8	2,8	2,4	3,0

Зона бурения, м ²		6-12	4,2-12	до 20	до 20	до 12	8-22
Бурильная машина	тип	БУЭ	М2 (БГА-2М)	М2 (БГА-2М)	М2 (БГА-2М)	«Норит-1» (гидравл.)	М2 (БГА-2М)
	кол-во	1	1	2	2	1	2
Тип платформы		рельс.	рельс.	гусен.	рельс.	гусен.	пневм.
Размеры (м) в транспортном положении: длина		8,2	6,0	7,8	7,1	7,2	11,0
ширина		1,3	1,0	1,6	1,15	1,4	1,75
высота		0,9	1,5	1,7	1,65	1,8	2,3
Масса, т		5,4	4	8,6	5	7,2	12

Таблица 5.19

Характеристики зарубежных бурильных установок для бурения шпуров при проходке горизонтальных выработок

Характеристики	Тип бурильной установки					
	Minimatic 205-40	Mini 206-60	Paramatic 305-60	Rocket Bomer 104S	Rocket Bomer 282S	
Коэффициент крепости пород f	8-20	8-20	8-20	8-20	8-20	
Диаметр шпуров, мм	32-50	32-50	32-50	32-50	32-50	
Длина шпуров, м	3,4	3,4	3,4	4,0	4,0	
Высота обуривания, м	6,0	6,4	7,1	4,7	6,3	
Ширина обуривания, м	8,8	9,8	10,4	4,7	8,7	
Зона бурения, м ²	8-49	8-60	12-68	до 20	до 45	
Бурильная машина	тип	HL 510S-45 гидравл.	HL 510S-45 гидравл.	HL 510S-45 гидравл.	СОР 1838 МЕ пневмат.	СОР 1838 МЕ пневмат.
	кол-во	2	2	3	1	2
Тип платформы		пневм.	пневм.	пневм.	пневм.	пневм.
Размеры (м) в транспортном положении:						
длина		12,3	12,7	5,3	9,8	12,1
ширина		1,98	2,24	2,5	2,0	2,0
высота		2,35	2,35	2,8	2,6	3,1
Масса, т		19	20	36	14	18

При применении бурильных установок глубина шпуров изменяется от 2 до 3,75 м. В этом случае необходимо использование прямых врубов, так как обуривание вертикального клинового вруба в большинстве случаев технически неосуществимо из-за невозможности соблюдения требуемого угла наклона врубовых шпуров.

При ручном бурении шпуров площадь забоя, приходящаяся на одну бурильную машину, изменяется в широких пределах – от 2 до 5 м².

5.5. СОСТАВЛЕНИЕ ПАСПОРТА БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ

На основании выполненных расчетов составляется паспорт буровзрывных работ, который включает в себя: характеристику выработки; характеристику пород; схему расположения шпуров в трёх проекциях; наименования ВМ; способ взрывания; данные о способе заряжания, числе шпуров, их глубине и диаметре, массе и конструкции зарядов, последовательности и количестве приёмов взрывания зарядов, материале забойке и её длине, длинах ударно-волновых трубок систем неэлектрического взрывания; схему монтажа взрывной (электро-взрывной) сети с указанием длины (сопротивления), замедлений, схемы и времени проветривания забоя.

Дополнительно указывается величина радиуса опасной зоны, места укрытий взрывника и рабочих, установки постов охраны и предупредительных знаков.

В шахтах, опасных по взрыву газа или пыли, в паспорте должны быть указаны количество и схема расположения специальных средств по предотвращению взрывов газа (пыли), а также режим взрывных работ.

Пример оформления графической части:

Паспорт буровзрывных работ на проведение

(наименование выработки)

1. Характеристика выработки

- 1.1. Форма сечения выработки _____
1.2. Площадь поперечного сечения выработки в черне, м² _____
1.3. Размеры сечения выработки - высота, м _____
- ширина, м _____
1.4. Категория шахты по газу или пыли _____

2. Характеристика пород

- 2.1. Наименование пород _____
2.2. Коэффициент крепости пород по шкале М. М. Протодяконова _____
2.3. Трещиноватость пород _____
2.4. Обводнённость пород _____

3. Исходные данные

- 3.1. Наименование ВВ и средств инициирования _____
3.2. Способ взрывания _____
3.3. Диаметры - шпуров, мм _____
- патронов, мм _____
3.4. Тип вруба _____
3.5. Материал забойки _____
3.6. Схема соединения электродетонаторов _____
3.7. Источник электрического тока _____

4. Расчётные данные по шпурам

№№ шпуров	Наименование шпуров по назначению	Глубина шпуров, м	Угол наклона шпуров, град.	Расстояние между шпурами, м	Величина заряда в шпуре, кг	Длина заряда, м	Длина забойки в шпуре, м	Очередность взрывания, интервал замедления, мс	Примечания
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

5. Схема расположения шпуров

Схема расположения вычерчивается в масштабе 1:50 или 1:20 в трёх проекциях (см. Приложение 3). При применении прямых врубов дополнительно в масштабе 1:20 или 1:10 приводится схема вруба.

6. Конструкции зарядов

В схемах конструкций врубовых, вспомогательных (отбойных) и оконтуривающих зарядов указывается место установки патронов-боевиков, количество патронов, длина заряда и забойки.

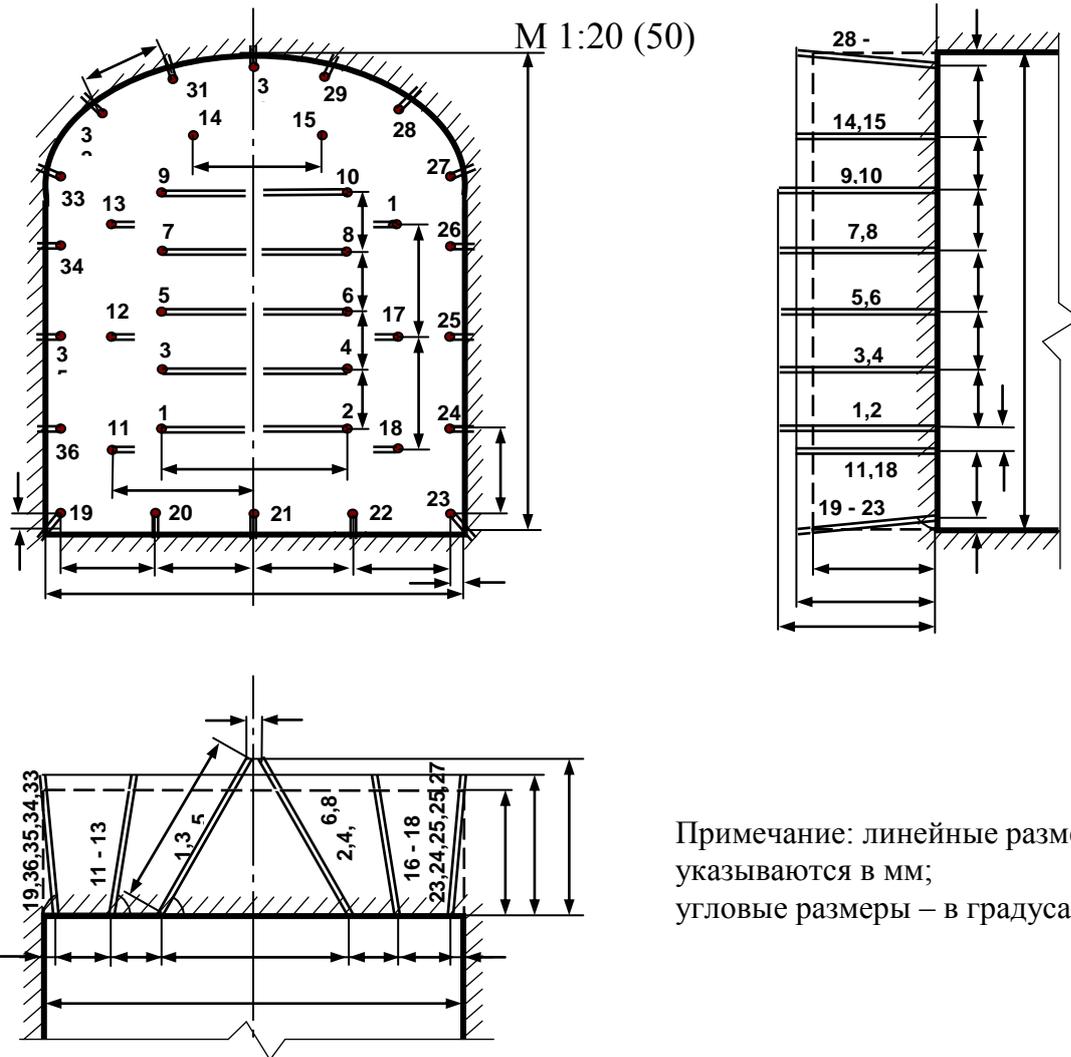
7. Основные показатели буровзрывных работ

№ п/п	Показатели	Единица измерения	Количество
1	Коэффициент использования шпуров	-	
2	Подвигание забоя за взрыв	-	
3	Объём горной массы за взрыв	м ³	
4	Количество шпуров на цикл	шт.	
5	Количество шпурометров на цикл	м	
6	Количество шпурометров на 1 погонный метр выработки	м шп./м	
7	Количество шпурометров на 1 м ³ взорванной породы	м шп./м ³	
8	Расход ВВ на цикл	кг	
9	Расход ВВ на 1 метр выработки	кг/м	
10	Расход ВВ на 1 м ³ взорванной породы	кг/м ³	
11	Расход средств инициирования на цикл: ЭД КД (СИНВ-Ш) детонирующего шнура	шт. шт. м	
12	Расход средств инициирования на 1 метр выработки: ЭД КД (СИНВ-Ш) детонирующего шнура	шт. шт. м	

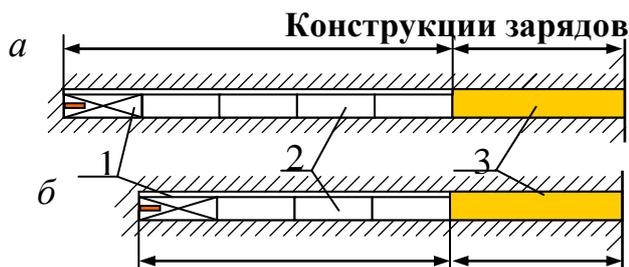
8. Меры безопасности

- 8.1. Место укрытия взрывника и рабочих на момент взрыва _____
- 8.2. Место выставления постов _____
- 8.3. Время проветривания после взрыва _____
- 8.4. Мероприятия по подавлению пыли _____
- 8.5. Другие дополнительные меры безопасности _____

Схема расположения шпуров



Примечание: линейные размеры указываются в мм; угловые размеры – в градусах.



- a* – врубовые шпуры;
б – вспомогательные (отбойные) и оконтуривающие шпуры;
 1 – патрон-боевик (аммонит № 6ЖВ);
 2 – патроны ВВ (аммонит № 6ЖВ);
 3 – забойка (песчано-глиняная, водяная)

Примечание. В шахтах, не опасных по взрыву газа или пыли, допускается взрывание зарядов без забойки (устанавливается руководителем предприятия и указывается в паспорте БВР).

Формы поперечного сечения горизонтальных выработок

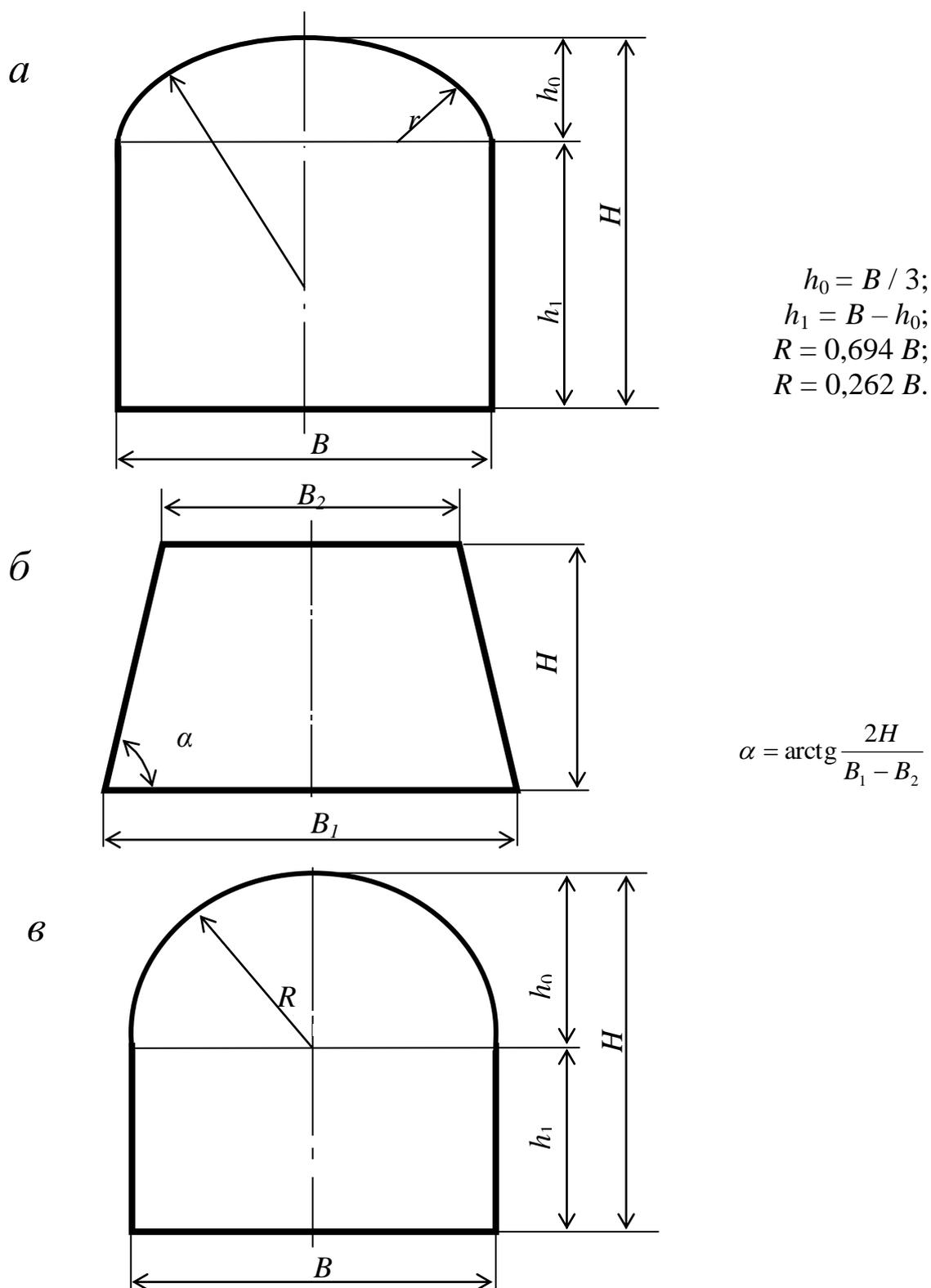


Рис. П4.1. Формы поперечного сечения горизонтальных выработок:
a – сводчатая с трёхцикульным (коробовым) сводом;
б – трапецевидная;
в – арочная с полуцикульным сводом

Формулы для вычисления площади поперечного сечения и периметра выработок:

Форма поперечного сечения выработки	Площадь поперечного сечения	Периметр
Сводчатая с коробовым сводом	$B \cdot (h_1 + 0,26 \cdot B)$	$2 \cdot h_1 + 2,33 \cdot B$
Трапецевидная	$\frac{B_1 + B_2}{2} \cdot H$	$B_1 + B_2 + \frac{2H}{\cos \alpha}$
Арочная с полуциркульным сводом	$B \cdot (h_1 + 0,39 \cdot B)$	$2 \cdot h_1 + 2,57 \cdot B$

Рекомендуемая литература

1. Корнилков М.В. Разрушение горных пород взрывом: конспект лекций. - Урал. гос. горный ун-т. - Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2008. - 202 с.
2. Латышев О.Г., Петрушин А.Г., Азанов М.А. Промышленные взрывчатые материалы: учебное пособие. - Урал. гос. горный ун-т. - Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2009. - 221 с.
3. Кутузов Б.Н. Методы ведения взрывных работ. Часть 1. Разрушение горных пород взрывом: Учебник. – М.: Изд. МГГУ, 2007. – 345 с.
4. Кутузов Б.Н. Безопасность взрывных работ в горном деле и промышленности. – М.: Горная книга, 2009. – 670 с.
5. Латышев О.Г. Физика разрушения горных пород при бурении и взрывании: Учебное пособие. Екатеринбург: Изд. УГГУ, 2004. – 201 с.
6. Правила безопасности при взрывных работах (утверждены приказом Ростехнадзора от 16.12.2013 г. № 605; в редакции приказа Ростехнадзора от 30.11.2017 г. № 518). – М., 2018.
7. Взрывчатые вещества и средства инициирования. Каталог. М.: ГосНИИП «РАСЧЕТ», 2003. 269 с.
8. Справочник взрывника / Под общей редакцией Б. Н. Кутузова. М.: Недра, 1988. 511 с.

Учебное издание

Петрушин Алексей Геннадиевич
Азанов Михаил Алексеевич
Прищепа Дмитрий Вячеславович

ТЕХНОЛОГИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ

Учебно-методическое пособие к самостоятельной работе, выполнению
контрольных и практических работ по дисциплине
«технология и безопасность взрывных работ»
для студентов специальности 21.05.04 «горное дело»

Редактор *Д. В. Прищепа*

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-методическому
комплексу
С.А.Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Б1.О.31 ОСНОВЫ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Специальность

21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль)

Электрификация и автоматизация горного производства

Автор: Корнилков С. В., проф., д. т. н.

Одобрено на заседании кафедры

Разработка месторождений открытым
способом

(название кафедры)

Зав.кафедрой

Лель Ю.И.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 379 от 14.09.2023

(Дата)

Рассмотрено методической комиссией
факультета

Горно-механического

(название факультета)

Председатель

Осипов П.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 20.10.2023

(Дата)

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	3
1	Методические рекомендации по работе с текстом лекций	5
2	Методические рекомендации по подготовке к опросу	7
3	Методические рекомендации по подготовке к сдаче зачета	10
	Заключение	14
	Список использованных источников	15

ВВЕДЕНИЕ

Инициативная самостоятельная работа студента есть неотъемлемая составная часть учебы в вузе. В современном формате высшего образования значительно возрастает роль самостоятельной работы студента. Правильно спланированная и организованная самостоятельная работа обеспечивает достижение высоких результатов в учебе.

Самостоятельная работа студента (СРС) - это планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия, при сохранении ведущей роли студентов.

Целью СРС является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками по профилю будущей специальности, опытом творческой, исследовательской деятельности, развитие самостоятельности. Ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровней. Самостоятельная работа студента – важнейшая составная часть учебного процесса, обязательная для каждого студента, объем которой определяется учебным планом. Методологическую основу СРС составляет деятельностный подход, при котором цели обучения ориентированы на формирование умений решать типовые и нетиповые задачи, т. е. на реальные ситуации, в которых студентам надо проявить знание конкретной дисциплины. Предметно и содержательно СРС определяется государственным образовательным стандартом, действующими учебными планами и образовательными программами различных форм обучения, рабочими программами учебных дисциплин, средствами обеспечения СРС: учебниками, учебными пособиями и методическими руководствами, учебно-программными комплексами и т.д.

Самостоятельная работа студентов может рассматриваться как организационная форма обучения - система педагогических условий, обеспечивающих управление учебной деятельностью студентов по освоению знаний и умений в области учебной и научной деятельности без посторонней помощи.

Самостоятельная работа студентов проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирования практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развития исследовательских умений;
- получения навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

Самостоятельная работа студента - это особым образом организованная деятельность, включающая в свою структуру такие компоненты, как:

- уяснение цели и поставленной учебной задачи;
- четкое и системное планирование самостоятельной работы;
- поиск необходимой учебной и научной информации;
- освоение информации и ее логическая переработка;
- использование методов исследовательской, научно-исследовательской работы для решения поставленных задач;
- выработка собственной позиции по поводу полученной задачи;

- представление, обоснование и защита полученного решения;
- проведение самоанализа и самоконтроля.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы: аудиторная и внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию: текущие консультации, коллоквиум, прием и разбор домашних заданий и другие.

Внеаудиторная самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия: подготовка презентаций, составление глоссария, подготовка к практическим занятиям, подготовка рецензий, аннотаций на статью, подготовка к дискуссиям, круглым столам.

СРС может включать следующие формы работ:

- изучение лекционного материала;
- работа с источниками литературы: поиск, подбор и обзор литературы и электронных источников информации по заданной проблеме курса;
- выполнение домашних заданий, выдаваемых на практических занятиях: тестов, докладов, контрольных работ и других форм текущего контроля;
- изучение материала, вынесенного на самостоятельное изучение; подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к контрольной работе или коллоквиуму;
- подготовка к зачету, экзамену, другим аттестациям;
- написание реферата, эссе по заданной проблеме;
- выполнение расчетно-графической работы;
- выполнение курсовой работы или проекта;
- анализ научной публикации по определенной преподавателем теме, ее реферирование;
- исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах.

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета/экзамена, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения. Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов online и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

Подготовка к самостоятельной работе, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита творческих работ и электронных презентаций и др.

1. Методические рекомендации по работе с текстом лекций

На лекционных занятиях необходимо конспектировать учебный материал. Обращать внимание на формулировки, определения, раскрывающие содержание тех или иных понятий, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском мастерстве. Внимательное слушание и конспектирование лекций предполагает интенсивную умственную деятельность студента, и помогает усвоить учебный материал.

Желательно оставлять в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений, фиксировать вопросы, вызывающие личный интерес, варианты ответов на них, сомнения, проблемы, спорные положения. Рекомендуется вести записи на одной стороне листа, оставляя вторую сторону для размышлений, разборов, вопросов, ответов на них, для фиксирования деталей темы или связанных с ней фактов, которые припоминаются самим студентом в ходе слушания.

Слушание лекций - сложный вид интеллектуальной деятельности, успех которой обусловлен *умением слушать*, и стремлением воспринимать материал, нужное записывая в тетрадь. Запись лекции помогает сосредоточить внимание на главном, в ходе самой лекции продумать и осмыслить услышанное, осознать план и логику изложения материала преподавателем.

Такая работа нередко вызывает трудности у студентов: некоторые стремятся записывать все дословно, другие пишут отрывочно, хаотично. Чтобы избежать этих ошибок, целесообразно придерживаться ряда правил.

1. После записи ориентирующих и направляющих внимание данных (тема, цель, план лекции, рекомендованная литература) важно попытаться проследить, как они раскрываются в содержании, подкрепляются формулировками, доказательствами, а затем и выводами.

2. Записывать следует основные положения и доказывающие их аргументы, наиболее яркие примеры и факты, поставленные преподавателем вопросы для самостоятельной проработки.

3. Стремиться к четкости записи, ее последовательности, выделяя темы, подтемы, вопросы и подвопросы, используя цифровую и буквенную нумерацию (римские и арабские цифры, большие и малые буквы), красные строки, выделение абзацев, подчеркивание главного и т.д.

Форма записи материала может быть различной - в зависимости от специфики изучаемого предмета. Это может быть стиль учебной программы (назывные предложения), уместны и свои краткие пояснения к записям.

Студентам не следует подробно записывать на лекции «все подряд», но обязательно фиксировать то, что преподаватели диктуют – это базовый конспект, содержащий основные положения лекции: определения, выводы, параметры, критерии, аксиомы, постулаты, парадигмы, концепции, ситуации, а также мысли-маяки (ими часто являются афоризмы, цитаты, остроумные изречения). Запись лекции лучше вести в сжатой форме, короткими и четкими фразами. Каждому студенту полезно выработать свою систему сокращений, в которой он мог бы разобраться легко и безошибочно.

Даже отлично записанная лекция предполагает дальнейшую самостоятельную работу над ней (осмысление ее содержания, логической структуры, выводов). С целью доработки конспекта лекции необходимо в первую очередь прочитать записи, восстановить текст в памяти, а также исправить описки, расшифровать не принятые ранее сокращения, заполнить пропущенные места, понять текст, вникнуть в его смысл. Далее прочитать материал по рекомендуемой литературе, разрешая в ходе чтения возникшие ранее затруднения, вопросы, а также дополняя и исправляя свои записи. В ходе доработки конспекта углубляются, расширяются и закрепляются знания, а также дополняется, исправляется и совершенствуется конспект. Доработанный конспект и рекомендуемая литература использу-

ется при подготовке к практическому занятию. Знание лекционного материала при подготовке к практическому занятию обязательно.

Особенно важно в процессе самостоятельной работы над лекцией выделить новый понятийный аппарат, уяснить суть новых понятий, при необходимости обратиться к словарям и другим источникам, заодно устранив неточности в записях. Главное - вести конспект аккуратно и регулярно, только в этом случае он сможет стать подспорьем в изучении дисциплины.

Работа над лекцией стимулирует самостоятельный поиск ответов на самые различные вопросы: над какими понятиями следует поработать, какие обобщения сделать, какой дополнительный материал привлечь.

Важным средством, направляющим самообразование, является выполнение различных заданий по тексту лекции, например, составление ее развернутого плана или тезисов; ответы на вопросы проблемного характера, (скажем, об основных тенденциях развития той или иной проблемы); составление проверочных тестов по проблеме, написание по ней реферата, составление графических схем.

По своим задачам лекции могут быть разных жанров: *установочная лекция* вводит в изучение курса, предмета, проблем (что и как изучать), а *обобщающая лекция* позволяет подвести итог (зачем изучать), выделить главное, усвоить законы развития знания, преемственности, новаторства, чтобы применить обобщенный позитивный опыт к решению современных практических задач. Обобщающая лекция ориентирует в истории и современном состоянии научной проблемы.

В процессе освоения материалов обобщающих лекций студенты могут выполнять задания разного уровня. Например: задания *репродуктивного* уровня (составить развернутый план обобщающей лекции, составить тезисы по материалам лекции); задания *продуктивного* уровня (ответить на вопросы проблемного характера, составить опорный конспект по схеме, выявить основные тенденции развития проблемы); задания *творческого* уровня (составить проверочные тесты по теме, защитить реферат и графические темы по данной проблеме). Обращение к ранее изученному материалу не только помогает восстановить в памяти известные положения, выводы, но и приводит разрозненные знания в систему, углубляет и расширяет их. Каждый возврат к старому материалу позволяет найти в нем что-то новое, переосмыслить его с иных позиций, определить для него наиболее подходящее место в уже имеющейся системе знаний.

2. Методические указания по подготовке к опросу

Самостоятельная работа обучающихся включает подготовку к устному или письменному опросу на занятиях. Для этого обучающийся изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

Письменный опрос

Письменный опрос является одной из форм текущего контроля успеваемости студента. При изучении материала студент должен убедиться, что хорошо понимает основную терминологию темы, умеет ее использовать в нужном контексте. Желательно составить краткий конспект ответа на предполагаемые вопросы письменной работы, чтобы убедиться в том, что студент владеет материалом и может аргументировано, логично и грамотно письменно изложить ответ на вопрос. Следует обратить особое внимание на написание профессиональных терминов, чтобы избежать грамматических ошибок в работе. При изучении новой для студента терминологии рекомендуется изготовить карточки, которые содержат новый термин и его расшифровку, что значительно облегчит работу над материалом.

Устный опрос

Целью устного собеседования являются обобщение и закрепление изученного курса. Студентам предлагаются для освещения сквозные концептуальные проблемы. При подготовке следует использовать лекционный материал и учебную литературу. Для более глубокого постижения курса и более основательной подготовки рекомендуется познакомиться с указанной дополнительной литературой. Следует внимательно прочесть свой конспект лекции по изучаемой теме и рекомендуемую к теме семинара литературу. С неизвестными терминами и понятиями следует ознакомиться в предлагаемом глоссарии, словаре или энциклопедии ¹.

Критерии качества устного ответа.

1. Правильность ответа по содержанию.
2. Полнота и глубина ответа.
3. Сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала).
4. Логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться профессиональной терминологией).
5. Рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели).
6. Своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе).
7. Использование дополнительного материала (приветствуется, но не обязательно для всех студентов).
8. Рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей студентов)².

Ответ на каждый вопрос из плана семинарского занятия должен быть содержательным и аргументированным. Для этого следует использовать документы, монографическую, учебную и справочную литературу.

¹ Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа:

http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii_dlya_studentov_21.pdf

² Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]:

http://priab.ru/images/metod_agro/Metod_Inostran_yazyk_35.03.04_Agro_15.01.2016.pdf

Для успешной подготовки к устному опросу студент должен законспектировать рекомендуемую литературу, внимательно осмыслить лекционный материал и сделать выводы. Объем времени на подготовку к устному опросу зависит от сложности темы и особенностей организации обучающимся своей самостоятельной работы.

Вопросы для опроса по дисциплине «Основы проектной деятельности»

Тема 1: Принципы организации управления проектом.

- Охарактеризуйте назначение проекта и его роль в инвестиционном и инновационном процессе.

- Перечислите основные виды проектов

- Сформулируйте отличие проектов от программ.

- Перечислите основные задачи управления проектами.

Тема 2: Организационная структура проекта.

Охарактеризуйте распределение обязанностей:

- заказчик и куратор проекта,

- администратор проекта и координатор раздела проекта

- исполнитель работ.

Функциональные проектные подразделения и временные творческие коллективы

Координация ресурсов,

Распределение информации,

Обеспечение доступа участников к необходимым данным.

Тема 3: Планирование работ проекта.

Охарактеризуйте этапы жизненного цикла проекта.

Определение идеи и целей проекта.

Разработка системных требований к результату. Планирование проекта.

Сетевая и линейная модели проекта.

Особенности разработки задания на проектирование.

Исходные данные и условия для разработки проектов.

Тема 4: Виды ресурсов, учитываемых при составлении бюджета проекта.

Методика и последовательность разработки проекта.

Бюджет проекта.

Обоснование стоимости разработки проекта

сроков его разработки

проекты разработки, технического перевооружения, консервации и ликвидации объектов горного производства.

Тема 5: Риски проекта.

Классификация и идентификация рисков проекта.

Контроль хода подготовки проекта.

Порядок внесения корректив в процессе разработки и согласования.

Характеристика основных документов, регламентирующих процесс разработки проектов

Тема 6: Основная направленность проектных решений.

Основные направления сбережения ресурсов.

Требования к разработке технико-экономических обоснований

технико-экономической оценке проектных решений

Тема 7: Информационные технологии инженерных расчетов

Характеристика геоинформационных систем

Программные и технические средства, оформления и тиражирования документации.

Программные средства для технологических расчетов

Согласование проектов у заказчика и в надзорных органах.
Декларации безопасности, общественные слушания
Тема 8: Исполнение и завершение проекта.
внутренняя Экспертиза и оценка проекта
внешняя экспертиза проектной документации.
Задачи управления проектами на этапе реализации.
Авторский надзор

3. Методические рекомендации по подготовке к сдаче зачета

Зачет - одна из важнейших частей учебного процесса, имеющая огромное значение.

Во-первых, готовясь к зачету, студент приводит в систему знания, полученные на лекциях и практических занятиях, разбирается в том, что осталось непонятным, и тогда изучаемая им дисциплина может быть воспринята в полном объеме с присущей ей строгостью и логичностью, ее практической направленностью. А это чрезвычайно важно для будущего специалиста.

Во-вторых, каждый хочет быть волевым и сообразительным., выдержанным и целеустремленным, иметь хорошую память, научиться быстро находить наиболее рациональное решение в трудных ситуациях. Очевидно, что все эти качества не только украшают человека, но и делают его наиболее действенным членом коллектива. Подготовка и сдача экзамена помогают студенту глубже усвоить изучаемые дисциплины, приобрести навыки и качества, необходимые хорошему специалисту.

При подготовке к зачету студенты не только повторяют и дорабатывают материал дисциплины, которую они изучали в течение семестра, они обобщают полученные знания, осмысливают методологию предмета, его систему, выделяют в нем основное и главное, воспроизводят общую картину с тем, чтобы яснее понять связь между отдельными элементами дисциплины. Вся эта обобщающая работа проходит в условиях напряжения воли и сознания, при значительном отвлечении от повседневной жизни, т. е. в условиях, благоприятствующих пониманию и запоминанию.

Подготовка к зачету состоит в приведении в порядок своих знаний. Даже самые способные студенты не в состоянии в короткий период зачетно-экзаменационной сессии усвоить материал целого семестра, если они над ним не работали в свое время.

В вузе сдача зачетов организована так, что при систематической работе в течение семестра, своевременной и успешной сдаче всех текущих работ, предусмотренных графиком учебного процесса, большая часть зачетов не вызывает повышенной трудности у студента. Студенты, работавшие в семестре по плану, подходят к экзаменационной сессии без напряжения, без излишней затраты сил в последнюю, «зачетную» неделю.

Подготовку к зачету следует начинать с первого дня изучения дисциплины. Как правило, на лекциях подчеркиваются наиболее важные и трудные вопросы или разделы дисциплины, требующие внимательного изучения и обдумывания. Нужно эти вопросы выделить и обязательно постараться разобраться в них, не дожидаясь зачета, проработать их, готовясь к практическим занятиям, попробовать самостоятельно решить несколько типовых задач. И если, несмотря на это, часть материала осталась неувоенной, ни в коем случае нельзя успокаиваться, надеясь на то, что это не попадет на зачете. Факты говорят об обратном; если те или другие вопросы учебной дисциплины не вошли в зачетный билет, преподаватель может их задать (и часто задает) в виде дополнительных вопросов.

Точно такое же отношение должно быть выработано к вопросам и задачам, перечисленным в программе учебной дисциплины, выдаваемой студентам в начале семестра. Обычно эти же вопросы и аналогичные задачи содержатся в зачетных билетах. Не следует оставлять без внимания ни одного раздела дисциплины: если не удалось в чем-то разобраться самому, нужно обратиться к товарищам; если и это не помогло выяснить какой-либо вопрос до конца, нужно обязательно задать этот вопрос преподавателю. Чрезвычайно важно приучить себя к умению самостоятельно мыслить, учиться думать, понимать суть дела. Очень полезно после проработки каждого раздела восстановить в памяти содержание изученного материала. кратко записав это на листе бумаги. создать карту памяти (умственную карту), изобразить необходимые схемы и чертежи (логико-графические схемы), например, отобразить последовательность вывода теоремы или формулы. Если этого не сделать, то большая часть материала останется не понятой, а лишь формально

заученной, и при первом же вопросе преподавателя студент убедится в том, насколько поверхностно он усвоил материал.

Итак, *основные советы* для подготовки к сдаче зачета состоят в следующем:

- лучшая подготовка к зачетам - равномерная работа в течение всего семестра;
- используйте программы учебных дисциплин - это организует вашу подготовку к зачету;
- учитывайте, что для полноценного изучения учебной дисциплины необходимо время;
- составляйте планы работы во времени;
- работайте равномерно и ритмично;
- все зачеты необходимо сдавать до начала экзаменационной сессии;
- помните, что конспект не заменяет учебник и учебные пособия, а помогает выбрать из него основные вопросы и ответы;
- при подготовке наибольшее внимание и время уделяйте трудным и непонятным вопросам учебной дисциплины;
- учитесь владеть собой на зачете;
- учитесь точно и кратко передавать свои мысли, поясняя их, если нужно, логико-графическими схемами.

Зачет по дисциплине *Основы проектной деятельности* проводится в письменной форме по билетам.

Билет на зачет включает в себя тест и два теоретических вопроса

Билет, по возможности, формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие сформированность всех заявленных компетенций

Выполнение теста предполагает выбор правильного варианта ответа (правильных ответов) на вопрос из числа предложенных.

Ответ на теоретические вопросы, требующие изложения, должен быть представлен в виде грамотно изложенного, связного текста, позволяющего проследить логику рассуждений, лежащих в основе сделанных выводов. Ответ, представляющий бессвязный набор определений и иных положений, рассматривается как неверный.

Наличие в ответах любой грубой ошибки является основанием для снижения оценки. Оценка за письменный зачет может быть снижена за небрежное оформление работы (недопустимые сокращения, зачеркивания, неразборчивый почерк).

Примерные вопросы для подготовки к зачету

1. Охарактеризуйте назначение проекта и его роль в инвестиционном и инновационном процессе.
2. Перечислите основные виды проектов и их назначение
3. Что называется проектом и чем он отличается от программы.
4. Перечислите основные требования к управлению проектами.
5. Как распределяются по решаемым задачам обязанности внутри команды: заказчик и куратор проекта, администратор проекта, координатор раздела проекта, исполнитель.
6. Опишите порядок распределения и координации ресурсов при разработке проекта
7. Как и чем обеспечивается распределение информации и обеспечение доступа участников проекта к необходимым данным
8. Чем характеризуется жизненный цикл проекта.
9. Основные правила определения идеи и целей проекта
10. Как разрабатываются и обоснуются системные требования, обеспечивающие комфортное внедрение результатов проекта.

11. Охарактеризуйте процессы планирования проекта. Исходные данные для проектирования
12. Охарактеризуйте существо и назначение сетевой и линейной модели проекта.
13. Какие требования и условия предъявляются на начальных этапах разработки проектов. Особенности разработки задания на проектирование.
14. Как и в какое время осуществляется взаимоувязка блоков проекта. Что такое системность и комплексность решений.
15. Опишите методику формирования замысла и последовательность разработки проекта.
16. В каком порядке формируется бюджет проекта. Для чего предназначена презентация идеи проекта.
17. Опишите способы обоснования стоимости и сроков разработки проекта применительно к проектам разработки и технического перевооружения.
18. Порядок расчета стоимости и обоснования сроков разработки проекта консервации и ликвидации объектов горного производства.
19. Охарактеризуйте риски проекта и порядок их идентификации.
20. Способы контроля хода подготовки проекта.
21. Опишите порядок внесения необходимых корректив в процессе разработки и согласования проекта.
22. Перечислите основные нормативные и методические документы, регламентирующие процесс разработки проектов
23. Перечислите основные направления сбережения природных, минеральных, материальных, энергетических и людских ресурсов.
24. Назначение технико-экономических обоснований и порядок технико-экономической оценки проектных решений
25. Характеристика геоинформационных систем, обеспечивающих сопровождение разработки, оформления и тиражирования документации.
26. Порядок согласования технических и методических документов у заказчика и в надзорных органах.
27. Для чего предназначена Декларации безопасности и общественные слушания проекта
28. Опишите требования к оценке, а также внутренней и внешней экспертизе проектной документации.
29. Сформулируйте основные задачи управления проектами на этапе их реализации.
30. Какие действия необходимы для организации авторского надзора за реализацией проекта

Тест (пример)

Тема 3: Планирование работ проекта.

1. Подоплека идеи проекта может иметь:

- экономическую основу
- необходимость решения социальных проблем, в т.ч. промышленной безопасности
- требования к экологической чистоте производства
- совершенствование технологической эффективности
- все вышеперечисленное

2. Цели проекта определяются:

- на основании требований государственных органов
- опроса общественного мнения и общественных слушаний
- решения заказчика проекта – лица, принимающего решение

3. Отличие сетевой модели проекта от линейной.
 - сетевая модель разрабатывается для уточнения и сокращения сроков выполнения работ за счет частичного распараллеливания выполняемых операций
 - линейная модель увязывает логическую последовательность выполнения частей проекта без учета их поведения внутренних связей
 - назначение моделей одинаково, можно принимать как ту, так и другую
4. Исходные данные для проектирования:
 - регламентируются нормативными документами
 - разрабатываются заказчиком проекта
 - разрабатывается разработчиком проекта
5. Системных требования к результату реализации проекта оцениваются:
 - экономическим эффектом от внедрения
 - натуральными показателями (производительностью, ресурсоемкость и пр.)
 - совокупностью показателей социального, экологического, технологического и экономического характера, изменяющихся в результате реализации проекта

Тема 4: Виды ресурсов, учитываемых при составлении бюджета проекта.

1. Последовательность разработки проекта (выставить в правильном порядке):
 - поиск альтернативных решений, обеспечивающих достижение поставленной цели
 - сбор, обработка и оценка исходных данных
 - формирование идеи проекта
 - разработка календарного плана и графика финансирования работ
 - разработка и согласование основных технических решений
 - разработка и увязка отдельных частей проекта
 - обоснование эффективности проекта
2. Презентация идеи необходима для:
 - убеждения инвестора, что проект будет эффективным
 - обоснования целей, задач и достоинств предлагаемого проекта
 - рекламы организации-разработчика
3. Формирование бюджета проекта (выстроить в хронологическом порядке):
 - а) предварительное задач проекта и определение расходов на основании нормативов
 - б) определение предельной стоимости работ по их трудоемкости
 - в) установление минимальных сроков разработки
 - г) согласование с Заказчиком расчетной или договорной цены
 - д) согласование доходной и расходной бюджета по расходам, трудоемкости и срокам
 - е) распределение средств по блокам проекта
 - ж) определение перечня выполняемых работ
4. Обоснование стоимости разработки сложного проекта осуществляется:
 - по справочнику цен и расценок на проектные работы
 - по трудоемкости проектных работ (форма П-3)
 - прямым расчетом по трудоемкости и потребности в материальных и др. ресурсах
 - по расходам при выполнении аналогичных проектов
 - все перечисленное
5. При обосновании сроков разработки проекта не принимаются во внимание:
 - сроки, указанные в задании на разработку проекта
 - объем работ и количество привлекаемых исполнителей
 - сроки выполнения работ субподрядчиками
 - сроки представления исходных данных заказчиком

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методические указания по выполнению самостоятельной работы обучающихся являются неотъемлемой частью процесса обучения в вузе. Правильная организация самостоятельной работы позволяет обучающимся развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, способствует формированию навыков совершенствования профессионального мастерства. Также внеаудиторное время включает в себя подготовку к аудиторным занятиям и изучение отдельных тем, расширяющих и углубляющих представления обучающихся по разделам изучаемой дисциплины.

Таким образом, обучающийся используя методические указания может в достаточном объеме усвоить и успешно реализовать конкретные знания, умения, навыки и получить опыт при выполнении следующих условий:

- 1) систематическая самостоятельная работа по закреплению полученных знаний и навыков;
- 2) добросовестное выполнение заданий;
- 3) выяснение и уточнение отдельных предпосылок, умозаключений и выводов, содержащихся в учебном курсе;
- 4) сопоставление точек зрения различных авторов по затрагиваемым в учебном курсе проблемам; выявление неточностей и некорректного изложения материала в периодической и специальной литературе;

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально - ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://studopedia.org/1-82443.html>
2. Фролова Н. А. Реферирование и аннотирование текстов по специальности (на материале немецкого языка): Учеб. пособие / ВолгГТУ, Волгоград, 2006. - С.5

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому
Комплексу _____ С.А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Б1.О.32 ОСНОВЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Специальность

21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль)

Электрификация и автоматизация горного производства

форма обучения: очная, заочная

Автор: Раевская Л. Т., доцент, к.ф.-м.н.

Одобрена на заседании кафедры

Электрификации горных предприятий

Зав. кафедрой _____

(подпись)

Садовников М. Е.

Протокол №1 от 01.09.2023

Рассмотрена методической комиссией
факультета

Горно-механический

Председатель _____

(подпись)

Осипов П. А.

Протокол №2 от 20.10.2023

Екатеринбург

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (опыта деятельности), характеризующие формирование компетенций

Ознакомление обучающихся с процедурой и алгоритмом оценивания (в течение первой недели начала изучения дисциплины).

Проведение предварительных консультаций.

Проверка ответов на задания письменного зачета.

Сообщение результатов оценивания обучающимся.

Оформление необходимой документации.

Зачет – форма контроля промежуточной аттестации, в результате которого обучающийся получает оценку «зачтено», «не зачтено»

Зачет – выбрать нужное проводится по расписанию.

Цель зачета - завершить курс изучения дисциплины, проверить сложившуюся у обучающегося систему знаний, понятий, отметить степень полученных знаний, определить сформированность компетенций.

Для того чтобы быть уверенным зачете, необходимо ответы на наиболее трудные, с точки зрения обучающегося, вопросы подготовить заранее и тезисно записать. Запись включает дополнительные ресурсы памяти.

К зачету – необходимо начинать готовиться с первой лекции, практического (семинарского) занятия, так как материал, набираемый памятью постепенно, неоднократно подвергавшийся обсуждению, образует качественные знания, формирует необходимые компетенции.

При подготовке к зачету следует пользоваться конспектами лекций, учебниками.

Зачет - проводится в устной или письменной форме путем выполнения зачетного

На подготовку к устному ответу обучающегося дается 40-60 минут в зависимости от объема задания. На подготовку ответа в письменной форме – не менее 120 минут.

При опоздании к началу письменного зачета обучающийся на зачет не допускается. Использование средств связи, «шпаргалок», подсказок на зачете является основанием для удаления обучающегося с зачета, а в зачетной ведомости проставляется оценка «не зачтено» - Для подготовки к зачету *-выбрать нужное* в письменной форме обучающийся должен иметь лист (несколько листов) формата А-4.

Лист (листы) формата А-4, на котором будет выполняться зачетное *-выбрать нужное* задание, должен быть подписан обучающимся в начале работы в правом верхнем углу. Здесь следует указать:

- Ф. И. О. обучающегося;

- группу, курс

- дату выполнения работы

- название дисциплины.

Страницы листов с ответами должны быть пронумерованы.

Проверка письменных работ осуществляется преподавателем, проводившим зачет, в течение 3-х рабочих дней после его проведения. Результаты письменного зачета объявляются путем выдачи копии зачетной ведомости старосте группы или размещаются в электронной информационно-образовательной среде университета, результаты зачета объявляются в процессе проведения зачета после ответа обучающегося.

Зачет может проводиться с использованием технических средств обучения.

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Примеры тестовых заданий для проведения опроса

1. Своеобразный инструмент познания, который исследователь ставит между собой и объектом и с

помощью которого изучает интересующий его объект – это:

1) аналог;

- +2) модель;
- 3) объект-заместитель;
- 4) абстракция;

2. Наличие некоторых данных об объекте-оригинале необходимо на этапе:

- +1) построения модели;
- 2) изучения модели;
- 3) переноса знаний с модели на объект-оригинал;
- 4) проверки и применения знаний;

3. При моделировании использование знаний для построения обобщающей теории объекта, его преобразования или управления им происходит на этапе:

- 1) построения модели;
- 2) изучения модели;
- 3) переноса знаний с модели на объект-оригинал;
- +4) проверки и применения знаний;

4. При моделировании знания об исследуемом объекте расширяются и уточняются, ошибки в построении модели исправляются, а построенная исходная модель постепенно совершенствуется за счет:

- +1) повторения цикла моделирования;
- 2) построения новой теории объекта;
- 3) использования специфических форм абстракций, аналогий, гипотез;
- 4) переноса знаний с модели на объект-оригинал;

5. Динамические модели выделяют в отдельный класс по следующему признаку:

- 1) по уровню моделируемого объекта в хозяйственной иерархии
- 2) по характеру
- 3) по предназначению (цели создания и применения) модели
- +4) по временному признаку
- 5) по форме отображения причинно-следственных связей
- 6) по способу отражения действительности

6. При решении задачи целочисленного программирования по приведенному фрагменту симплекс-таблицы определите, для какой переменной необходимо составить дополнительное ограничение

- 1) X1 +2) X2 3) X5 4) X3

7. Если в транспортной задаче количество положительных поставок равно $n+m-1$, где n – количество поставщиков, m – количество потребителей, то такая задача является:

- 1) вырожденной

- +2) невырожденной
- 3) выраженной

8. Моделирование – это процесс:

- 1) использования абстракций, аналогий, гипотез, других категорий;
- 2) методов познания;
- 3) познания интересующего исследователя объекта-оригинала с помощью модели;
- +4) построения, изучения и применения моделей;
- 5) опосредованного познания с помощью объектов-заместителей;

9. Процесс моделирования включает следующие элементы:

- 1) субъект (исследователь), объект исследования, модель;
- 2) познающий субъект и познаваемый объект;
- 3) гипотеза, знания, модель;
- 4) объект-оригинал, система знаний об объекте-оригинале, субъект;

10. Если результат связан с признаками сходства оригинала и модели, то это дает основания при моделировании проводить этап:

- 1) построения модели;
- 2) изучения модели;
- +3) переноса знаний с модели на объект-оригинал;
- 4) проверки и применения знаний;

11. Процесс моделирования является:

- 1) двухэтапным циклом;
- 2) трехэтапным циклом; __
- +3) четырехэтапным циклом;
- 4) нециклическим процессом;

12. Какой вид оптимизационной задачи определяет приведенная математическая модель?

- 1) задача определения оптимального плана производства
- 2) задача составления смеси
- 3) транспортная задача
- +4) задача о назначениях

13. При решении задачи целочисленного программирования по приведенному фрагменту симплекс-таблицы определите, для какой переменной необходимо составить дополнительное ограничение

- 1) X2

+2) X1

3) X5

4) X3

14. В математической модели задачи целочисленного программирования целевая функция и функции в системе ограничений могут быть

1) только линейными

2) только нелинейными

+3) как линейными, так и нелинейными

15. Дробная часть числа:

1) величина положительная;

2) величина отрицательная;

+3) зависит от знака числа;

16. Может ли транспортная задача иметь несколько оптимальных решений, обеспечивающих одинаковую суммарную стоимость перевозок:

1) да

2) нет

+3) при определенных условиях

17. Если в транспортной задаче (ТЗ) суммарная мощность поставщиков превосходит суммарную потребность потребителей, то такая ТЗ называется:

+1) открытой;

2) закрытой;

3) смешанной.

18. В задачах линейного программирования линейными должны быть:

1) целевая функция

2) ограничения задачи;

+3) целевая функция и ограничения задачи.

19. Целевая функция ЗЛП вида (1) графически может быть представлена

(1) $F=C_1X_1+C_2X_2+C_3X_3$

+1) прямой в трёхмерном пространстве

2) прямой в двумерном пространстве

3) плоскостью в трёхмерном пространстве

4) плоскостью в четырёхмерном пространстве

20. По приведенному фрагменту симплекс-таблицы можно утверждать, что:

ЗЛП не имеет решения;

+2) направляющей будет первая строка таблицы;

3) направляющей будет вторая строка таблицы;

4) направляющей будет третья строка таблицы;

21. Градиентом называется:

1) вектор с координатами $C = (c_1, c_2)$, указывающий направление убывания целевой функции

2) прямая вида $c_1x_1 + c_2x_2 = h$, (h – константа), отражающая частный случай целевой функции

+3) вектор с координатами $C = (c_1, c_2)$, указывающий направление возрастания целевой функции

4) выпуклое множество, образованное пересечением полуплоскостей, графически отражающих ограничения задачи

22. Целевая функция в ЗЛП достигает своего максимума не в одной точке многоугольника допустимых решений, но на одной из его границ, если:

+1) линия уровня (целевая функция) параллельна одному из ограничений

2) линия уровня (целевая функция) перпендикулярна одному из ограничений

3) два или более ограничения перпендикулярны друг другу

4) линия уровня (целевая функция) пересекает ось абсцисс

23. В случае, если X^* - оптимальный план ЗЛП на минимум, то для любого X справедливо неравенство (где $F(X^*)$ — значение целевой функции при плане X^* ; $F(X)$ – значение целевой функции при плане X):

1) $F(X) \leq F(X^*)$ +2) $F(X) \geq F(X^*)$ 3) $F(X) = F(X^*)$ 4) $F(X) < F(X^*)$

24. Если у предпринимателя появились лишние средства, и он может докупить большее количество сырья, то в первую очередь следует докупать те виды сырья, двойственные оценки которых

1) положительны +2) минимальны 3) максимальны 4) равны 0

31. Коэффициентами целевой функции двойственной задачи являются:

1) коэффициенты при переменных прямой задачи

+2) свободные члены системы ограничений прямой задачи

3) коэффициенты целевой функции прямой задачи

4) правильного ответа нет

25. После получения псевдо плана ЗЛП в рамках двойственного симплекс-метода сначала выбирают:

1) направляющую строку

+2) направляющий столбец

3) можно начинать с любого отрицательного элемента в столбце P_0

4) правильного ответа нет

26. Для преобразования ограничения-неравенства вида « \leq » исходной ЗЛП в ограничение-равенство необходимо:

- 1) левую часть неравенства умножить на дополнительную неотрицательную переменную
- 2) левую часть неравенства разделить на дополнительную неотрицательную переменную
- 3) к левой части неравенства добавить дополнительную неотрицательную переменную
- +4) от левой части неравенства отнять дополнительную неотрицательную переменную

27. Сколько искусственных переменных следует ввести для решения ЗЛП при следующих ограничениях:

- 1) 0
- 2) 1
- +3) 2
- 4) 3

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме зачета.

.Примерная тематика презентаций

Задача линейного программирования.

Этапы научного исследования.

Иерархия математических моделей и формы их представления

Литература	КОЛ-ВО ЭКЗЕМ В БИБЛИО ТЕКЕ
<p>1.Советов, Борис Яковлевич.</p>	
<p>Моделирование систем [Текст] : учебник для академического бакалавриата : учебник для студентов вузов, обучающихся по инженерно-техническим направлениям и специальностям / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев ; Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет "ЛЭТИ". - 7-е изд. - Москва : Юрайт, 2017. - 343 с. : ил. - (Бакалавр. Академический курс). - Библиогр.: с. 340. - ISBN 978-5-9916-3916-3 : 1011.46 р.</p>	10
<p>2.Советов Б. Я., Яковлев С. А. Моделирование систем: практикум :учебное пособие для бакалавров.- 4-е изд., пер. и доп.- М.: Юрайт, 2012</p>	3
<p>3.Дьяконов, В. П. MATLAB R2007/2008/2009 для радиоинженеров [Электронный ресурс] /В. П. Дьяконов. –М. : ДМК Пресс, 2010. – 976 с. – ISBN 978-5-94074-492-4, http://biblioclub.ru/book/86469/</p>	10
<p>4.Сидняев, Николай Иванович.</p>	

<p>Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных : учебное пособие для магистров / Н. И. Сидняев. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2016. - 496 с. : ил. - (Магистр). - Библиогр.: с. 492-495. - ISBN 978-5-9916-3253-9 : 1036.26 р.</p>	2
<p>5. Лукьянов, С. И. Основы инженерного эксперимента : учебное пособие / С. И. Лукьянов, А. Н. Панов, А. Е. Васильев. - Москва : Риор, 2014. - 100 с. : ил. - (Высшее образование: Бакалавриат). - Библиогр.: с. 90. - ISBN 978-5-369-01301-4 : 684.00 р.</p>	2
<p>6. Советов Б.Я. Моделирование систем : учебник для бакалавров / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев ; Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет. - 7-е изд. - Москва : Юрайт, 2012. - 344 с. : рис. - (Бакалавр). - Библиогр.: с. 340-341. - ISBN 978-5-9916-1580-8 : 259.00 р.</p>	
<p>7. Советов Б.Я. Интеллектуальные системы и технологии : учебник / Б. Я. Советов, В. В. Цехановский, В. Д. Чертовской. - Москва : Академия, 2013. - 320 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование. Бакалавриат. Информатика и вычислительная техника). - Библиогр.: с. 312-316. - ISBN 978-5-7695-9572-1 : 570.90 р.</p>	1
	2

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому
комплексу _____ С.А. Упоров

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ
ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Б1.О.33 ОСНОВЫ РОССИЙСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОСТИ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль)
Электрификация и автоматизация горного производства

Авторы: Бачинин И. В. к. п. н., Старостин А. Н., к. ист. н.

Одобрены на заседании кафедры

Геологии
(название кафедры)
Зав. кафедрой _____
(подпись)
Бачинин И.В.
(Фамилия И.О.)

Протокол №1 от 14.09.2023
(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

Горно-механического факультета
(название факультета)
Председатель _____
(подпись)
Осипов П.А.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 20.10.2023
(Дата)

Екатеринбург

Содержание

Методические указания по освоению дисциплины	3
Освоение лекционного курса	3
Самостоятельное изучение тем курса.....	3
Подготовка к практическим (семинарским) занятиям	6
Подготовка к тестированию	8
Подготовка к промежуточной аттестации	9

Методические указания по освоению дисциплины

Освоение лекционного курса

Лекции по дисциплине дают основной теоретический материал, являющийся базой для восприятия практического материала. После прослушивания лекции необходимо обратиться к рекомендуемой литературе, прочитать соответствующие темы, уяснить основные термины, проблемные вопросы и подходы к их решению, а также рассмотреть дополнительный материал по теме.

Главное в период подготовки к лекционным занятиям – научиться методам самостоятельного умственного труда, сознательно развивать свои творческие способности и овладевать навыками творческой работы. Для этого необходимо строго соблюдать дисциплину учебы и поведения. Четкое планирование своего рабочего времени и отдыха является необходимым условием для успешной самостоятельной работы. В основу его нужно положить рабочие программы изучаемых в семестре дисциплин.

Каждому студенту следует составлять еженедельный и семестровый планы работы, а также план на каждый рабочий день. С вечера всегда надо распределять работу на завтрашний день. В конце каждого дня целесообразно подводить итог работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, а если были, по какой причине это произошло. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана.

Одним из важных элементов освоения лекционного курса является самостоятельная работа на лекции. Слушание и запись лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы. Внимательное слушание и конспектирование лекций предполагает интенсивную умственную деятельность студента. Краткие записи лекций, их конспектирование помогает усвоить учебный материал. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное, основное и сделано это самим студентом. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Запись лекций рекомендуется вести по возможности собственными формулировками. Желательно запись осуществлять на одной странице, а следующую оставлять для проработки учебного материала самостоятельно в домашних условиях. Конспект лекции лучше подразделять на пункты, параграфы, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать пункты плана лекции, предложенные преподавателям. Принципиальные места, определения, формулы и другое следует сопровождать замечаниями «важно», «особо важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек. Лучше если они будут собственными, чтобы не приходилось просить их у однокурсников и тем самым не отвлекать их во время лекции. Целесообразно разработать собственную «маркографию» (значки, символы), сокращения слов. Не лишним будет и изучение основ стенографии. Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть знаниями.

Самостоятельное изучение тем курса

Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка основной и рекомендуемой литературы к дисциплине. При работе с книгой необходимо научиться правильно ее читать, вести записи. Самостоятельная работа с учебниками и книгами (а также самостоятельное теоретическое исследование проблем, обозначенных

преподавателем на лекциях) – это важнейшее условие формирования научного способа познания. Основные приемы можно свести к следующим:

- составить перечень книг, с которыми следует познакомиться;
- перечень должен быть систематизированным (что необходимо для семинаров, что для экзаменов, что пригодится для написания курсовых и выпускных квалификационных работ, а что выходит за рамками официальной учебной деятельности, и расширяет общую культуру);
- обязательно выписывать все выходные данные по каждой книге (при написании курсовых и дипломных работ это позволит экономить время);
- определить, какие книги (или какие главы книг) следует прочитать более внимательно, а какие – просто просмотреть;
- при составлении перечней литературы следует посоветоваться с преподавателями и научными руководителями, которые помогут сориентироваться, на что стоит обратить большее внимание, а на что вообще не стоит тратить время;
- все прочитанные книги, учебники и статьи следует конспектировать, но это не означает, что надо конспектировать «все подряд»: можно выписывать кратко основные идеи автора и иногда приводить наиболее яркие и показательные цитаты (с указанием страниц);
- если книга – собственная, то допускается делать на полях книги краткие пометки или же в конце книги, на пустых страницах просто сделать свой «предметный указатель», где отмечаются наиболее интересные мысли и обязательно указываются страницы в тексте автора;
- следует выработать способность «воспринимать» сложные тексты; для этого лучший прием – научиться «читать медленно», когда понятно каждое прочитанное слово (а если слово незнакомое, то либо с помощью словаря, либо с помощью преподавателя обязательно его узнать); Таким образом, чтение научного текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации.

От того насколько осознанна читающим собственная внутренняя установка при обращении к печатному слову (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия. Грамотная работа с книгой, особенно если речь идет о научной литературе, предполагает соблюдение ряда правил, для овладения которыми необходимо настойчиво учиться. Это серьезный, кропотливый труд. Прежде всего, при такой работе невозможен формальный, поверхностный подход. Не механическое заучивание, не простое накопление цитат, выдержек, а сознательное усвоение прочитанного, осмысление его, стремление дойти до сути – вот главное правило. Другое правило – соблюдение при работе над книгой определенной последовательности. Вначале следует ознакомиться с оглавлением, содержанием предисловия или введения. Это дает общую ориентировку, представление о структуре и вопросах, которые рассматриваются в книге.

Следующий этап – чтение. Первый раз целесообразно прочитать книгу с начала до конца, чтобы получить о ней цельное представление. При повторном чтении происходит постепенное глубокое осмысление каждой главы, критического материала и позитивного изложения; выделение основных идей, системы аргументов, наиболее ярких примеров и т.д. Непременным правилом чтения должно быть выяснение незнакомых слов, терминов, выражений, неизвестных имен, названий. Студенты с этой целью заводят специальные тетради или блокноты. Важная роль в связи с этим принадлежит библиографической подготовке студентов. Она включает в себя умение активно, быстро пользоваться научным аппаратом книги, справочными изданиями, каталогами, умение вести поиск необходимой информации, обрабатывать и систематизировать ее.

Выделяют четыре основные установки в чтении научного текста:

- информационно-поисковая (задача – найти, выделить искомую информацию);

- усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить, как сами сведения, излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений);

- аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему);

- творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

С наличием различных установок обращения к научному тексту связано существование и нескольких видов чтения:

- библиографическое – просматривание карточек каталога, рекомендательных списков, сводных списков журналов и статей за год и т.п.;

- просмотровое – используется для поиска материалов, содержащих нужную информацию, обычно к нему прибегают сразу после работы со списками литературы и каталогами, в результате такого просмотра читатель устанавливает, какие из источников будут использованы в дальнейшей работе;

- ознакомительное – подразумевает сплошное, достаточно подробное прочтение отобранных статей, глав, отдельных страниц, цель – познакомиться с характером информации, узнать, какие вопросы вынесены автором на рассмотрение, провести сортировку материала;

- изучающее – предполагает доскональное освоение материала; в ходе такого чтения проявляется доверие читателя к автору, готовность принять изложенную информацию, реализуется установка на предельно полное понимание материала;

- аналитико-критическое и творческое чтение – два вида чтения близкие между собой тем, что участвуют в решении исследовательских задач.

Первый из них предполагает направленный критический анализ, как самой информации, так и способов ее получения и подачи автором; второе – поиск тех суждений, фактов, по которым или, в связи с которыми, читатель считает нужным высказать собственные мысли.

Из всех рассмотренных видов чтения основным для студентов является изучающее – именно оно позволяет в работе с учебной литературой накапливать знания в различных областях. Вот почему именно этот вид чтения в рамках учебной деятельности должен быть освоен в первую очередь. Кроме того, при овладении данным видом чтения формируются основные приемы, повышающие эффективность работы с научным текстом. Научная методика работы с литературой предусматривает также ведение записи прочитанного. Это позволяет привести в систему знания, полученные при чтении, сосредоточить внимание на главных положениях, зафиксировать, закрепить их в памяти, а при необходимости вновь обратиться к ним.

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

- Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения.

- Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала.

- Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала.

- Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора.

- Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного. Конспект – сложный способ изложения содержания книги или статьи в логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие виды записи, позволяет всесторонне охватить содержание книги, статьи. Поэтому умение составлять

план, тезисы, делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта.

Как правильно составлять конспект? Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта. Выделите главное, составьте план, представляющий собой перечень заголовков, подзаголовков, вопросов, последовательно раскрываемых затем в конспекте. Это первый элемент конспекта. Вторым элементом конспекта являются тезисы. Тезис - это кратко сформулированное положение. Для лучшего усвоения и запоминания материала следует записывать тезисы своими словами. Тезисы, выдвигаемые в конспекте, нужно доказывать. Поэтому третий элемент конспекта - основные доводы, доказывающие истинность рассматриваемого тезиса. В конспекте могут быть положения и примеры. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

Конспектирование - наиболее сложный этап работы. Овладение навыками конспектирования требует от студента целеустремленности, повседневной самостоятельной работы. Конспект ускоряет повторение материала, экономит время при повторном, после определенного перерыва, обращении к уже знакомой работе. Учитывая индивидуальные особенности каждого студента, можно дать лишь некоторые, наиболее оправдавшие себя общие правила, с которыми преподаватель и обязан познакомить студентов:

1. Главное в конспекте не объем, а содержание. В нем должны быть отражены основные принципиальные положения источника, то новое, что внес его автор, основные методологические положения работы. Умение излагать мысли автора сжато, кратко и собственными словами приходит с опытом и знаниями. Но их накоплению помогает соблюдение одного важного правила – не торопиться записывать при первом же чтении, вносить в конспект лишь то, что стало ясным.

2. Форма ведения конспекта может быть самой разнообразной, она может изменяться, совершенствоваться. Но начинаться конспект всегда должен с указания полного наименования работы, фамилии автора, года и места издания; цитаты берутся в кавычки с обязательной ссылкой на страницу книги.

3. Конспект не должен быть «слепым», безликим, состоящим из сплошного текста. Особо важные места, яркие примеры выделяются цветным подчеркиванием, взятием в рамочку, оттенением, пометками на полях специальными знаками, чтобы можно было быстро найти нужное положение. Дополнительные материалы из других источников можно давать на полях, где записываются свои суждения, мысли, появившиеся уже после составления конспекта.

Подготовка к практическим (семинарским) занятиям

Важной формой самостоятельной работы студента является систематическая и планомерная подготовка к практическому (семинарскому) занятию. После лекции студент должен познакомиться с планом практических занятий и списком обязательной и дополнительной литературы, которую необходимо прочитать, изучить и законспектировать. Разъяснение по вопросам новой темы студенты получают у преподавателя в конце предыдущего практического занятия.

Подготовка к практическому занятию требует, прежде всего, чтения рекомендуемых источников и монографических работ, их реферирования, подготовки докладов и сообщений. Важным этапом в самостоятельной работе студента является повторение материала по конспекту лекции. Одна из главных составляющих внеаудиторной подготовки – работа с книгой. Она предполагает: внимательное прочтение, критическое осмысление содержания, обоснование собственной позиции по дискуссионным моментам, постановки интересующих вопросов, которые могут стать предметом обсуждения на семинаре.

В начале практического занятия должен присутствовать организационный момент и вступительная часть. Преподаватель произносит краткую вступительную речь, где формулируются основные вопросы и проблемы, способы их решения в процессе работы.

Практические занятия не повторяют, а существенно дополняют лекционные занятия, помогая студентам в подготовке к промежуточной аттестации. Практические занятия являются одной из важнейших форм обучения студентов: они позволяют студентам закрепить, углубить и конкретизировать знания по курсу, подготовиться к практической деятельности. В процессе работы на практических занятиях студент должен совершенствовать умения и навыки самостоятельного анализа источников и научной литературы, что необходимо для научно-исследовательской работы.

Практическое (семинарское) занятие — это одна из организационных форм познавательной деятельности обучающихся, позволяющая закрепить полученные ранее знания, восполнить недостающую информацию, сформировать умения решать проблемы, укрепить позиции, научить культуре ведения дискуссии. Тематика обсуждения выдается на первых занятиях. Подготовка осуществляется во внеаудиторное время. Регламент – 3-5 мин. на выступление. В оценивании результатов наравне с преподавателем принимают участие студенты группы.

Обсуждение проблемы (нравственной, политической, научной, профессиональной и др.) происходит коллективно, допускается корректная критика высказываний (мнений) своих сокурсников с обязательным приведением аргументов критики.

Участие каждого обучающегося в диалоге, обсуждении должно быть неформальным, но предметным.

1. Россия: географические факторы и природные богатства.

№ п/п	Вопросы	Код компетенции
1.	Анализ предпосылок и факторов становления российской государственности (исторических, социально-экономических, географических).	УК-5
2.	Природные ресурсы и национальные богатства России.	
3.	Культуры этносов России и их основные достижения.	
4.	Религии этносов России.	

2. Многообразие российских регионов

№ п/п	Вопросы	Код компетенции
1.	Российская Федерация: основные этапы становления современного государственного устройства.	УК-5
2.	Географическое, политическое, социально-экономическое, многообразие российских регионов.	
3.	Свердловская область: природно-экономический потенциал.	
4.	История родного города на примере города Екатеринбурга – столицы Татарстана.	

Результатом обсуждения проблемы на практическом (семинарском) занятии не могут быть однозначные выводы и формулировки. Действие его всегда пролонгировано,

что дает студентам возможность для дальнейшего обдумывания рассмотренных проблемных ситуаций, для поиска дополнительной информации по обсуждаемой теме.

Незадолго до проведения практического (семинарского) занятия преподаватель разделяет группу на несколько подгрупп, которая, согласно сценарию, будет представлять определенную точку зрения, информацию. При подготовке к групповой дискуссии студенту необходимо собрать материал по теме с помощью анализа научной литературы и источников.

Используя знание материала, исходя из изложенных изначальных концепций, каждая группа должна изложить свою точку зрения на обсуждаемый вопрос, подкрепив ее соответствующими аргументами.

Каждый из групп по очереди приводит аргументы в защиту своей позиции. Соответственно другая группа должна пытаться привести контраргументы, свидетельствующие о нецелесообразности, пагубности позиции предыдущей группы и стремится доказать, аргументированно изложить свою позицию.

Подготовка к тестированию

Тестирование - система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

Тестовая система предусматривает вопросы / задания, на которые слушатель должен дать один или несколько вариантов правильного ответа из предложенного списка ответов. При поиске ответа необходимо проявлять внимательность. Прежде всего, следует иметь в виду, что в предлагаемом задании всегда будет один правильный и один неправильный ответ. Это оговаривается перед каждым тестовым вопросом. Всех правильных или всех неправильных ответов (если это специально не оговорено в формулировке вопроса) быть не может. Нередко в вопросе уже содержится смысловая подсказка, что правильным является только один ответ, поэтому при его нахождении продолжать дальнейшие поиски уже не требуется.

На отдельные тестовые задания не существует однозначных ответов, поскольку хорошее знание и понимание содержащегося в них материала позволяет найти такие ответы самостоятельно. Именно на это слушателям и следует ориентироваться, поскольку полностью запомнить всю получаемую информацию и в точности ее воспроизвести при ответе невозможно. Кроме того, вопросы в тестах могут быть обобщенными, не затрагивать каких-то деталей.

Тестовые задания сгруппированы по темам учебной дисциплины. Количество тестовых вопросов/заданий по каждой теме дисциплины определено так, чтобы быть достаточным для оценки знаний обучающегося по всему пройденному материалу.

При подготовке к тестированию студенту следует внимательно перечитать конспект лекций, основную и дополнительную литературу по той теме (разделу), по которому предстоит писать тест.

Для текущей аттестации по дисциплине «Основы российской государственности» применяются тесты, которые выполняются по разделам № 1-5.

Образец тестового задания

1. Ключевую роль в формировании мировоззрения играют:

- мысли
- эмоции
- ценности
- все перечисленное

2. Какое место в мире по площади занимает Россия:

- первое

- второе
- третье
- пятое

3. К преимуществам географического положения России относят:

- межграничное положение между Европой и Азией
- большая протяженность транспортных магистралей
- сложность управления страной
- + выход к большому количеству морей и двум океанам

4. С каким государством у России самая большая сухопутная граница:

- Казахстан
- Белоруссия
- Китай
- Монголия

5. Первое летописное упоминание о Москве связано с именем князя:

- Ярослава Мудрого
- Владимира Мономаха
- Александра Невского
- Юрия Долгорукого

Подготовка к промежуточной аттестации

При подготовке к *зачету* по дисциплине «*Основы российской государственности*» обучающемуся рекомендуется:

1. повторить пройденный материал и ответить на вопросы, используя конспект и материалы лекций. Если по каким-либо вопросам у студента недостаточно информации в лекционных материалах, то необходимо получить информацию из раздаточных материалов и/или учебников (литературы), рекомендованных для изучения дисциплины «*Основы российской государственности*».

Целесообразно также дополнить конспект лекций наиболее существенными и важными тезисами для рассматриваемого вопроса;

2. при изучении основных и дополнительных источников информации в рамках выполнения заданий на *зачете* особое внимание необходимо уделять схемам, рисункам, графикам и другим иллюстрациям, так как подобные графические материалы, как правило, в наглядной форме отражают главное содержание изучаемого вопроса;

3. при изучении основных и дополнительных источников информации в рамках выполнения заданий на *зачете* (в случаях, когда отсутствует иллюстративный материал) особое внимание необходимо обращать на наличие в тексте словосочетаний вида «во-первых», «во-вторых» и т.д., а также дефисов и перечислений (цифровых или буквенных), так как эти признаки, как правило, позволяют структурировать ответ на предложенное задание.

Подобную текстовую структуризацию материала слушатель может трансформировать в рисунки, схемы и т. п. для более краткого, наглядного и удобного восприятия (иллюстрации целесообразно отразить в конспекте лекций – это позволит оперативно и быстро найти, в случае необходимости, соответствующую информацию);

4. следует также обращать внимание при изучении материала для подготовки к *зачету* на словосочетания вида «таким образом», «подводя итог сказанному» и т.п., так как это признаки выражения главных мыслей и выводов по изучаемому вопросу (пункту, разделу). В отдельных случаях выводы по теме (разделу, главе) позволяют полностью

построить (восстановить, воссоздать) ответ на поставленный вопрос (задание), так как содержат в себе основные мысли и тезисы для ответа.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО
«Уральский государственный горный
университет»

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ ПАРАМЕТРОВ И ПРОЦЕССОВ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ

Руководство
по выполнению практических работ
по дисциплине «Открытые горные работы»
для студентов специальности
21.05.04 Горное дело

Екатеринбург

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1. <i>Графическое изображение элементов горных работ</i>	3
<i>Контрольные вопросы</i>	13
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2. <i>Определение объема капитальной траншеи</i>	14
<i>Контрольные вопросы</i>	16
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3. <i>Определение объема, размера, производительности и срока службы карьера, залесов полезного ископаемого и коэффициента вскрыши</i>	17
<i>Контрольные вопросы</i>	22
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4. <i>Расчет заряда одиночной скважины</i>	23
<i>Контрольные вопросы</i>	27
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5. <i>Расчет производительности бурового станка</i>	29
<i>Контрольные вопросы</i>	32
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6. <i>Расчет производительности карьерных экскаваторов</i>	33
<i>Контрольные вопросы</i>	36
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7. <i>Определение производительности карьерных автосамосвалов</i>	37
<i>Контрольные вопросы</i>	41
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 8. <i>Конструкция рабочего и нерабочего бортов карьера</i>	42
<i>Контрольные вопросы</i>	46
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 9. <i>Расчет бульдозерного отвалообразования при автомобильном транспорте</i>	47
<i>Контрольные вопросы</i>	51
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ И РЕКОМЕНДУЕМЫХ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ	51
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 <i>Исходные данные к лабораторной работе № 1 «Графическое изображение элементов горных работ»</i>	52
ПРИЛОЖЕНИЕ 2 <i>Исходные данные к лабораторной работе № 2 «Определение объема капитальной траншеи»</i>	58
ПРИЛОЖЕНИЕ 3 <i>Исходные данные к лабораторной работе № 3 «Определение объема, размера, производительности и срока службы карьера, залесов полезного ископаемого и коэффициента вскрыши»</i>	59
ПРИЛОЖЕНИЕ 4 <i>Исходные данные к лабораторной работе № 4 «Расчет заряда одиночной скважины»</i>	60
ПРИЛОЖЕНИЕ 5 <i>Значение коэффициента $k_{гн}$ в зависимости от крепости пород</i>	61
ПРИЛОЖЕНИЕ 6 <i>Значение коэффициента k_1</i>	61
ПРИЛОЖЕНИЕ 7 <i>Исходные данные к лабораторной работе № 5 «Расчет производительности бурового станка»</i>	62
ПРИЛОЖЕНИЕ 8 <i>Зависимость оптимальной скорости вращения бурового станка</i>	63
ПРИЛОЖЕНИЕ 9 <i>Значение коэффициента k в зависимости от показателя буримости горных пород</i>	63
ПРИЛОЖЕНИЕ 10 <i>Исходные данные для расчетов к лабораторной работе № 6 «Расчет производительности карьерных экскаваторов»</i>	64
ПРИЛОЖЕНИЕ 11 <i>Коэффициенты разрыхления пород в ковше экскаватора и уплотнения ковша (по ЕПВ)</i>	64
ПРИЛОЖЕНИЕ 12 <i>Исходные данные для расчетов к лабораторной работе № 7 «Определение производительности карьерных автосамосвалов»</i>	65
ПРИЛОЖЕНИЕ 13 <i>Техническая характеристика карьерных автосамосвалов</i>	66
ПРИЛОЖЕНИЕ 14 <i>Значение коэффициента технической готовности автосамосвалов</i>	66
ПРИЛОЖЕНИЕ 15 <i>Среднестатистические скорости движения карьерных автосамосвалов</i>	67
ПРИЛОЖЕНИЕ 16 <i>Исходные данные к лабораторной работе № 8 «Конструкция рабочего и нерабочего бортов карьера»</i>	68
ПРИЛОЖЕНИЕ 17 <i>Исходные данные к лабораторной работе № 9 «Расчет бульдозерного отвалообразования при автомобильном транспорте»</i>	69
ПРИЛОЖЕНИЕ 18 <i>Значение коэффициентов k^0, $k_{гн}$ и высоты яруса h_1</i>	70
ПРИЛОЖЕНИЕ 19 <i>Производительность бульдозеров (по данным института Гипроруд)</i>	70

Практическая работа № 1

ГРАФИЧЕСКОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ГОРНЫХ РАБОТ

Цель работы – изучить и освоить графическое изображение элементов горных работ.

1.1. Задачи работы

1.1.1. Изучить масштабы, линии и условные изображения горных машин, применяемые для горных чертежей.

1.1.2. Изучить и освоить навыки графического изображения основных элементов горных работ.

1.2. Порядок выполнения работы

1.2.1. По рисункам 1.1- 1.4 ознакомиться с масштабами, линиями и условными изображениями горных машин, применяемыми для горных чертежей.

1.2.2. По учебнику [1, с. 10 - 11] и рис. 1.5 - 1.13 ознакомиться с типовыми графическими изображениями элементов горных работ.

1.1.3. В соответствии с номером варианта задания и соответствующими исходными данными в прил. 1 начертить элементы горных работ на формате А4 в масштабе, соответствующем заданным размерам.

Изображение заданных элементов горных работ вычертить в соответствии со знаниями и навыками, полученными при изучении дисциплин «Машиностроительное черчение» и «Начертательная геометрия».

Масштаб, типы линий и условные знаки на чертежах горных работ

1. Масштаб изображений

**1:5; 1:10; 1:50; 1:100; 1:200; 1:500; 1:1000; 1:2000;
1:5000; 1:10000; 1:25000; 1:50000; 1:100000**

Рис. 1.1. Масштабы изображений

Линия	Начертание	Толщина линий в зависимости от масштаба чертежа (S)	Основное назначение
Основная		$S=0,6 - 1,5$ мм	Линии фактического и проектного контура всех горных выработок и сооружений на видах и разрезах (сечениях), верхняя бровка уступов в плане
Вспомогательная сплошная		от $S/3$ до $S/2$ 0,2 - 0,8 мм	Линии размерные, выносные и штриховки, изолинии, линии границ горных пород на разрезах и сечениях, линии обрыва, нижняя бровка уступов в целике
Вспомогательная с изгибами		от $S/3$ до $S/2$ 0,2 - 0,8 мм	Длинные линии обрыва на планах и разрезах
Вспомогательная штриховая			Линии невидимых контуров горных выработок, находящихся за плоскостью проекций
Штрихпунктирная			Осевые и центровые линии горных выработок, бровка отвалов, насыпей, навалов и уступов в разрыхленной горной массе
Разомкнутая		от S до 1,5S	Линии сечений

Рис. 1.2. Типы линий

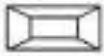
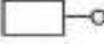
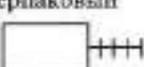
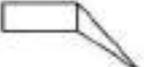
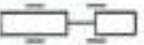
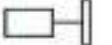
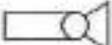
Экскаваторы	Мехлопата 	Автосамосвал 	Буровой станок 
	Драглайн 	Ленточный конвейер 	Бункер-дозатор 
	Роторный 	Консольный отвалообразователь 	Путепередвигатели: циклического действия  непрерывного действия 
	Многочерпаковый 	Отвальный плуг 	
	Колёсный скрепер 	Отвальный мост 	Гидромонитор 
	Бульдозер 	Абзетцер 	Землесос 

Рис. 1.3. Условные изображения горного оборудования

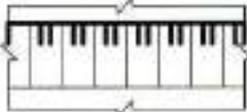
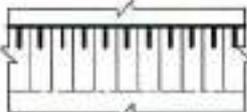
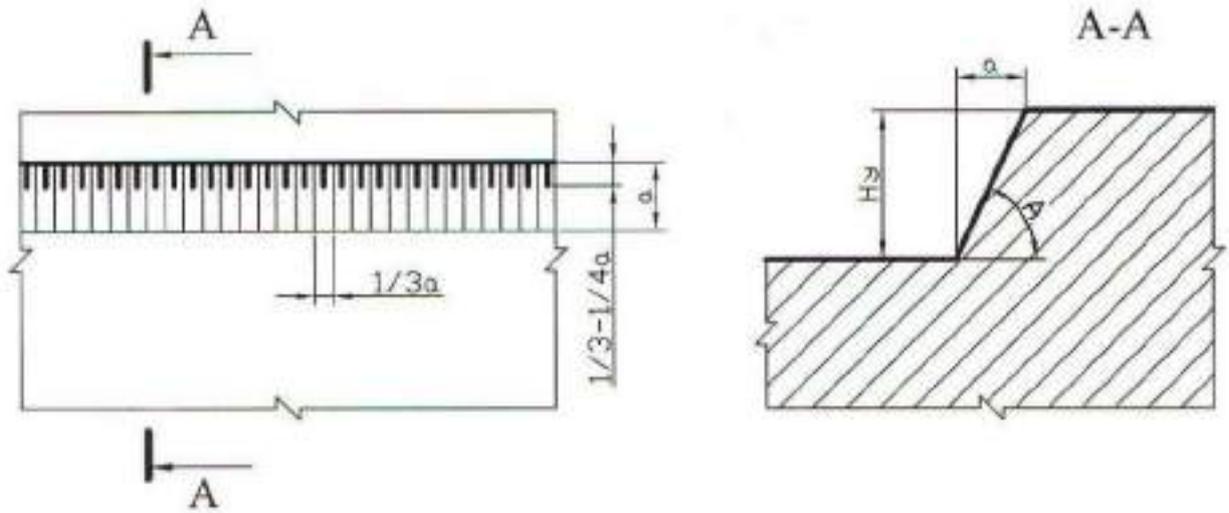
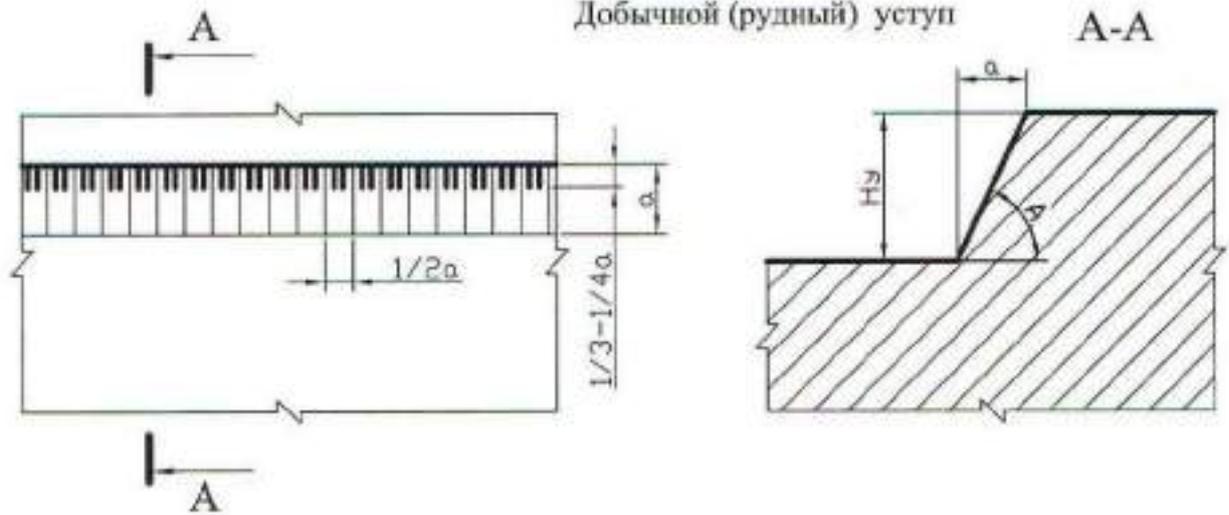
Наименование элемента	Обозначение элемента
Горизонтальное проложение породного уступа в целике	
Горизонтальное проложение уступа в полезном ископаемом, пройденного в целике	
Горизонтальное проложение породного уступа, пройденного по разрыхленной горной массе	
Горизонтальное проложение уступа в полезном ископаемом, пройденного по разрыхленной горной массе	
Бергштрихи проводят перпендикулярно линии горизонта	

Рис. 1.4. Условные обозначения откосов открытых горных выработок

Вскрышной уступ



Добычной (рудный) уступ



Смешанный (сложный) уступ

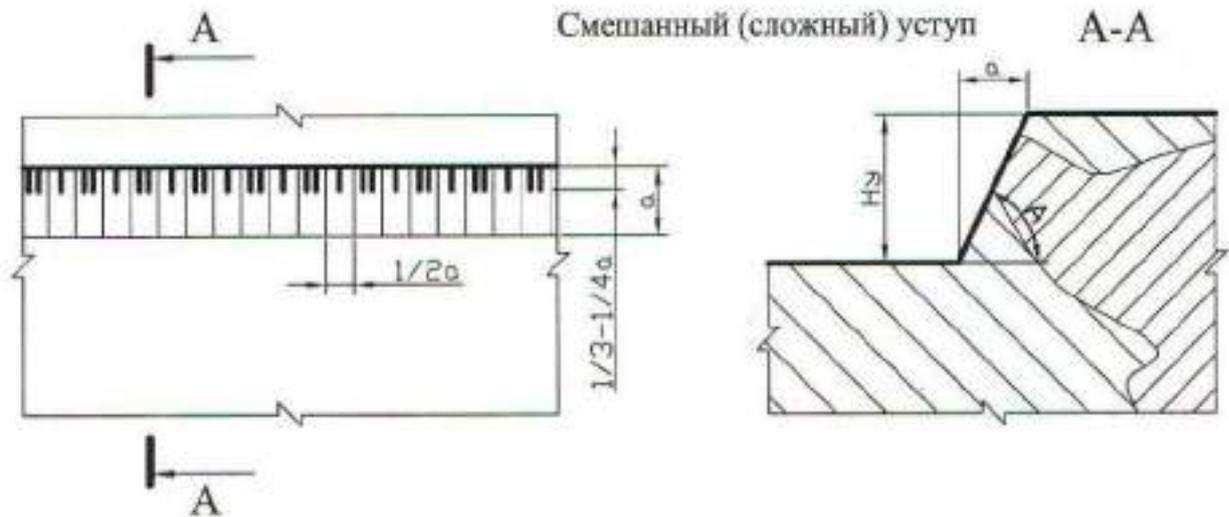


Рис. 1.5. Изображение уступов в целике

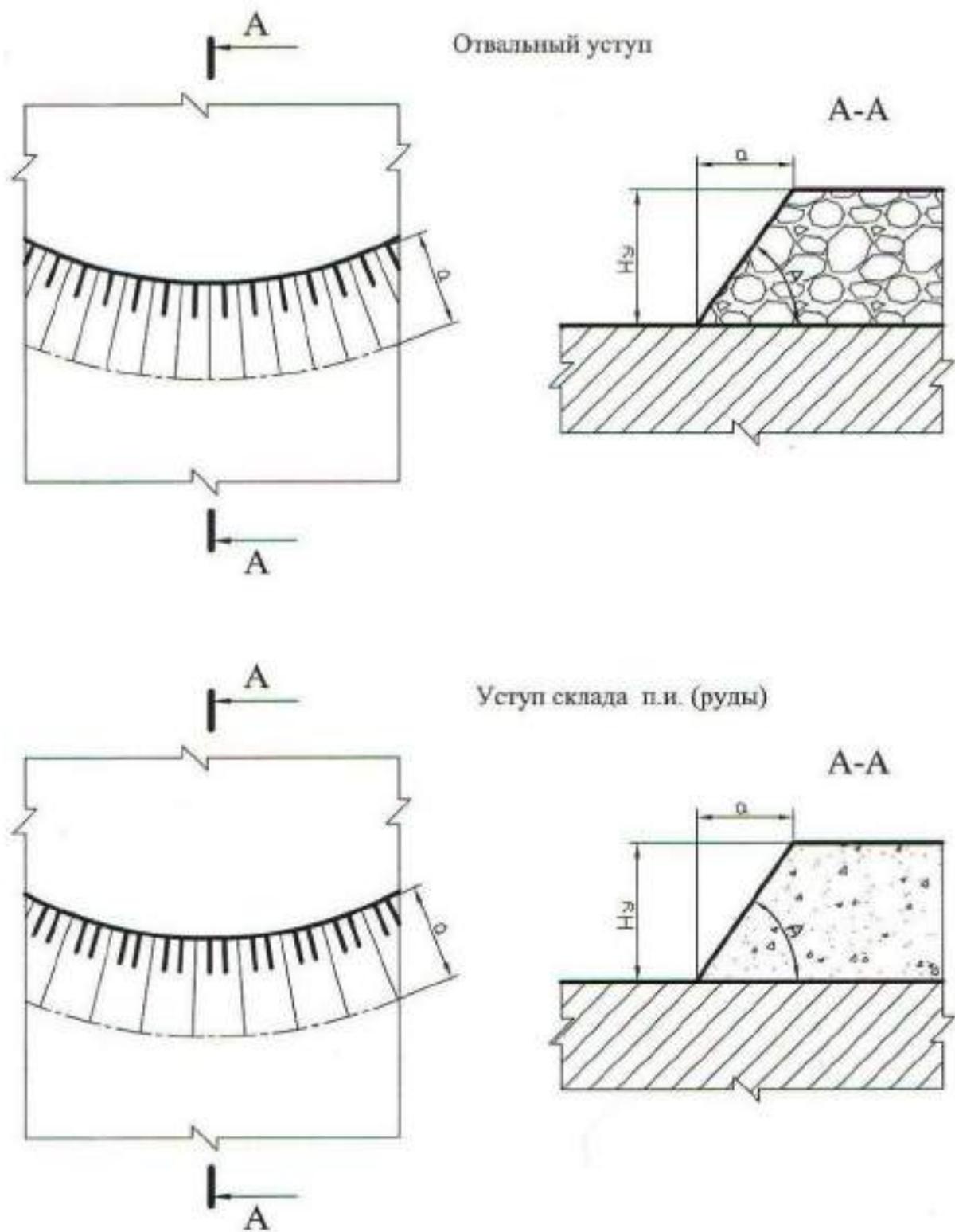
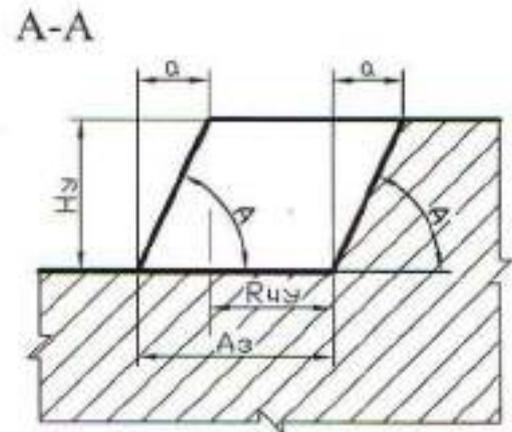
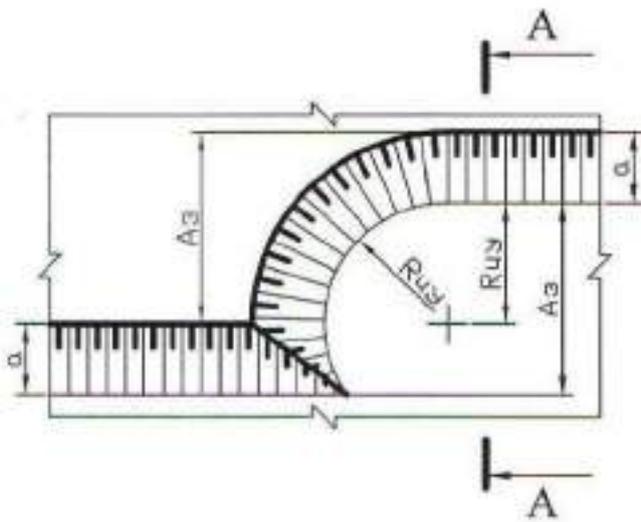
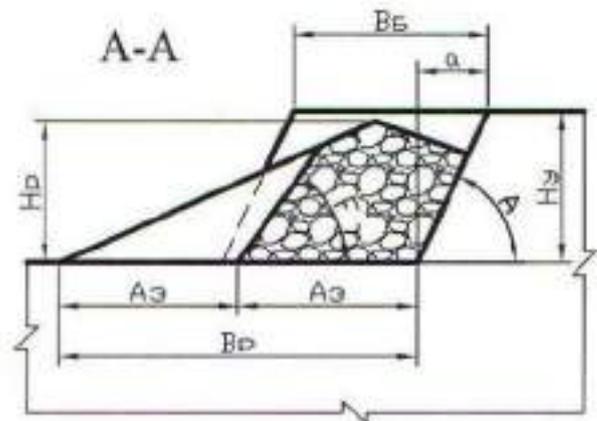
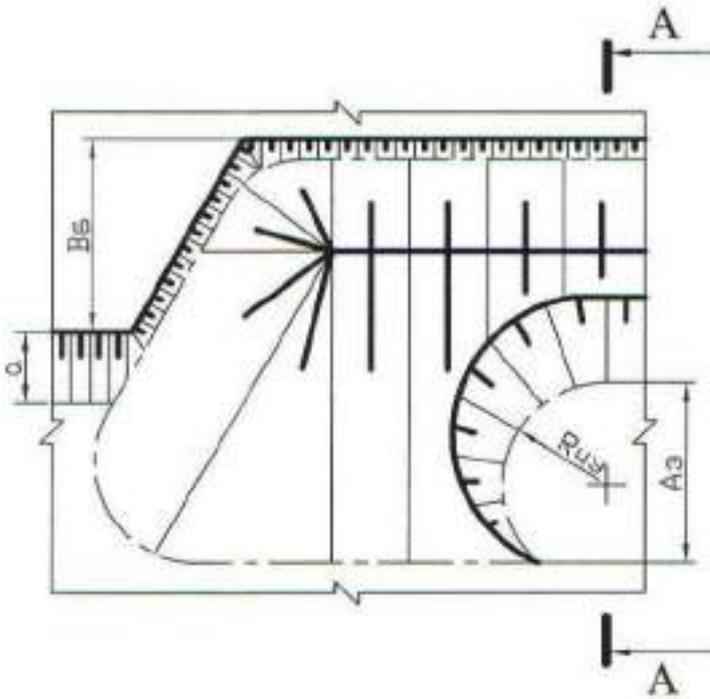


Рис. 1.6. Изображение уступов в искусственно разрыхленных горных породах

Забой мехлопаты в массиве



Забой мехлопаты в развале



Забой драглайна

A

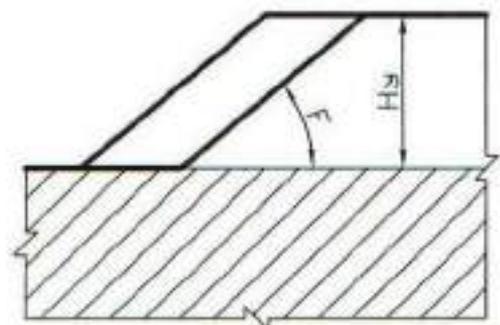
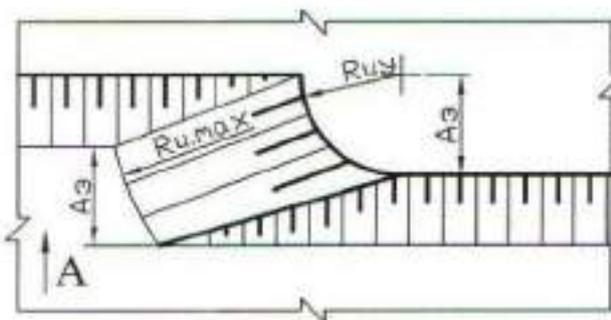


Рис. 1.7. Изображение забоев одноковшовых экскаваторов

Забой роторного экскаватора

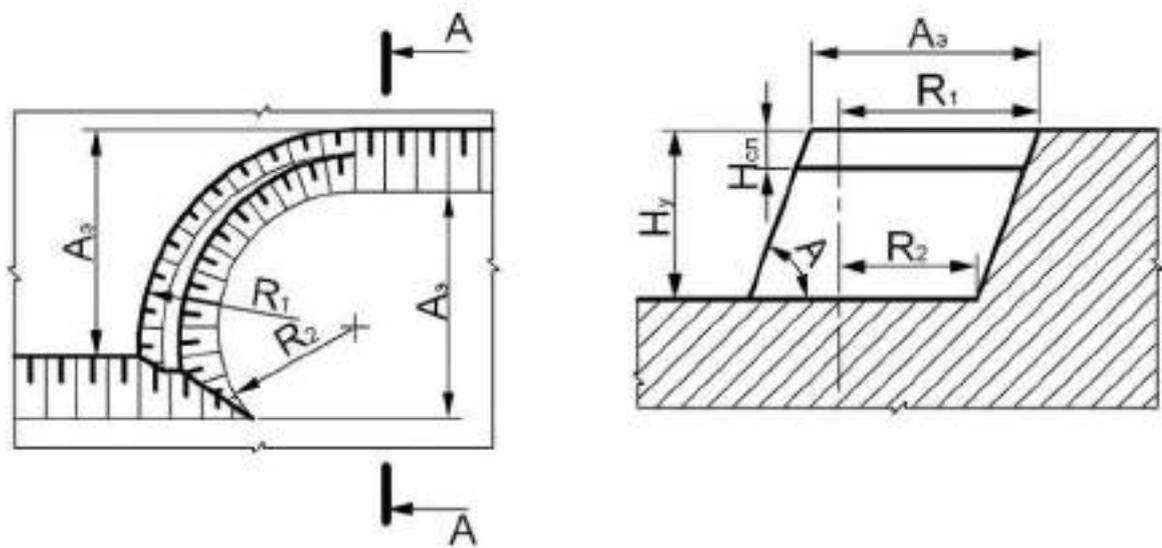


Рис. 1.8. Изображение забоя роторного экскаватора

Забой бульдозера

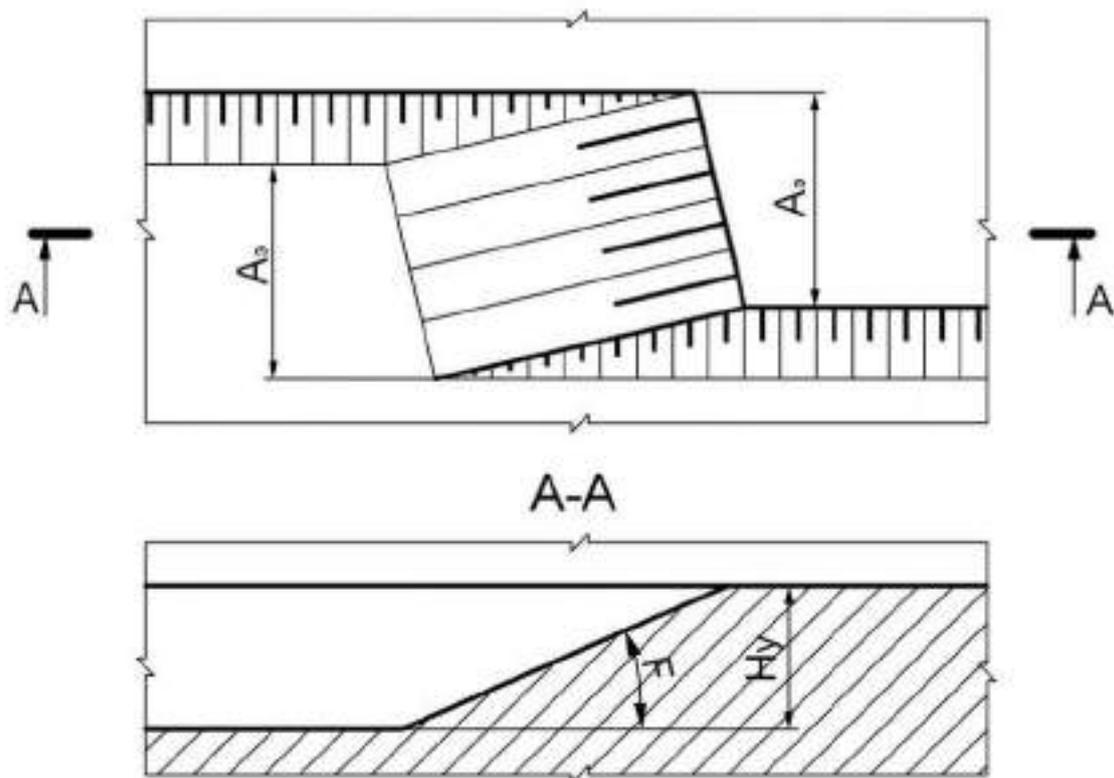


Рис. 1.9. Изображение бульдозерного забоя

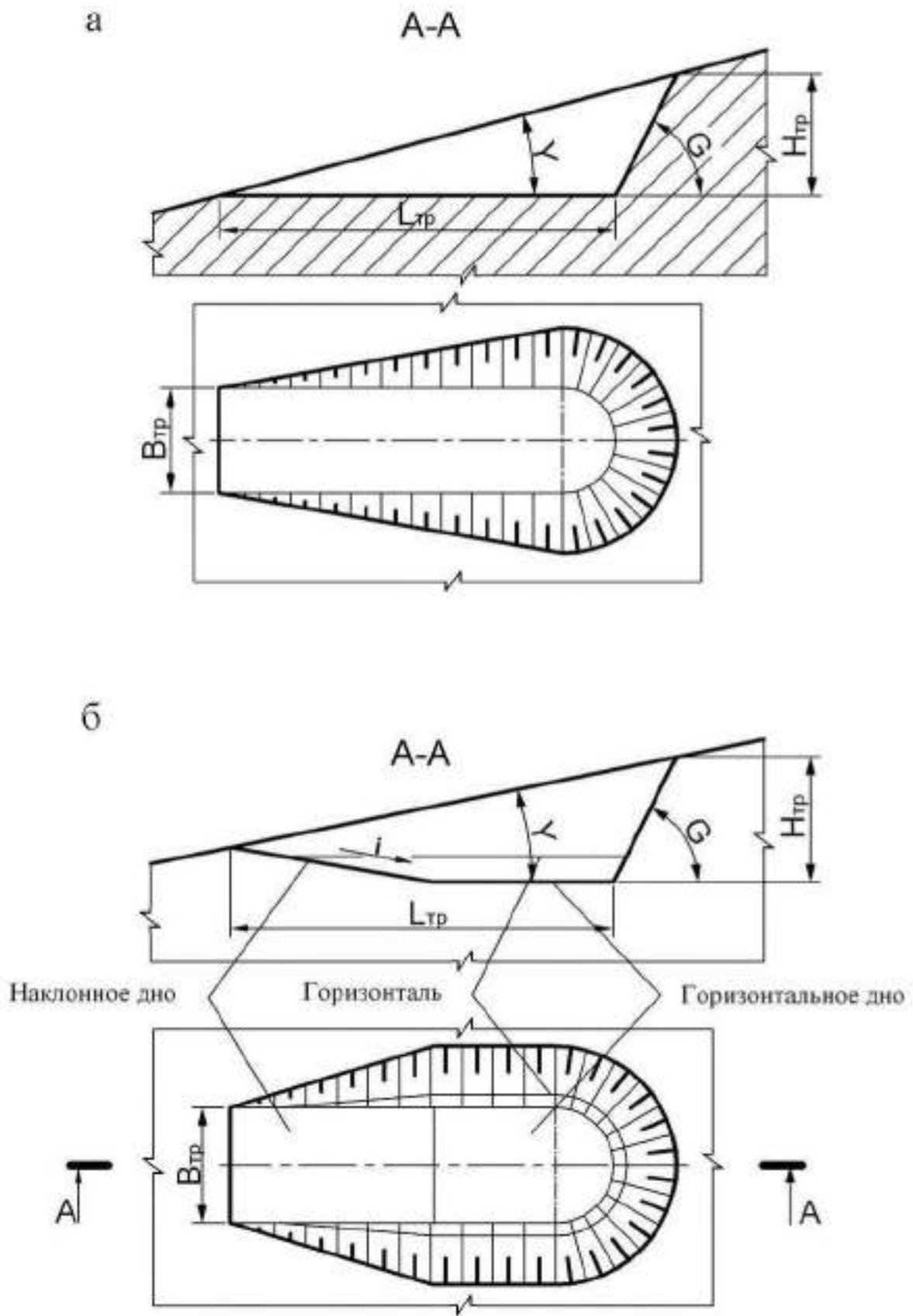


Рис. 1.10. Траншея на косогоре:
 а – траншея с горизонтальным дном,
 б – траншея с наклонным и горизонтальным дном

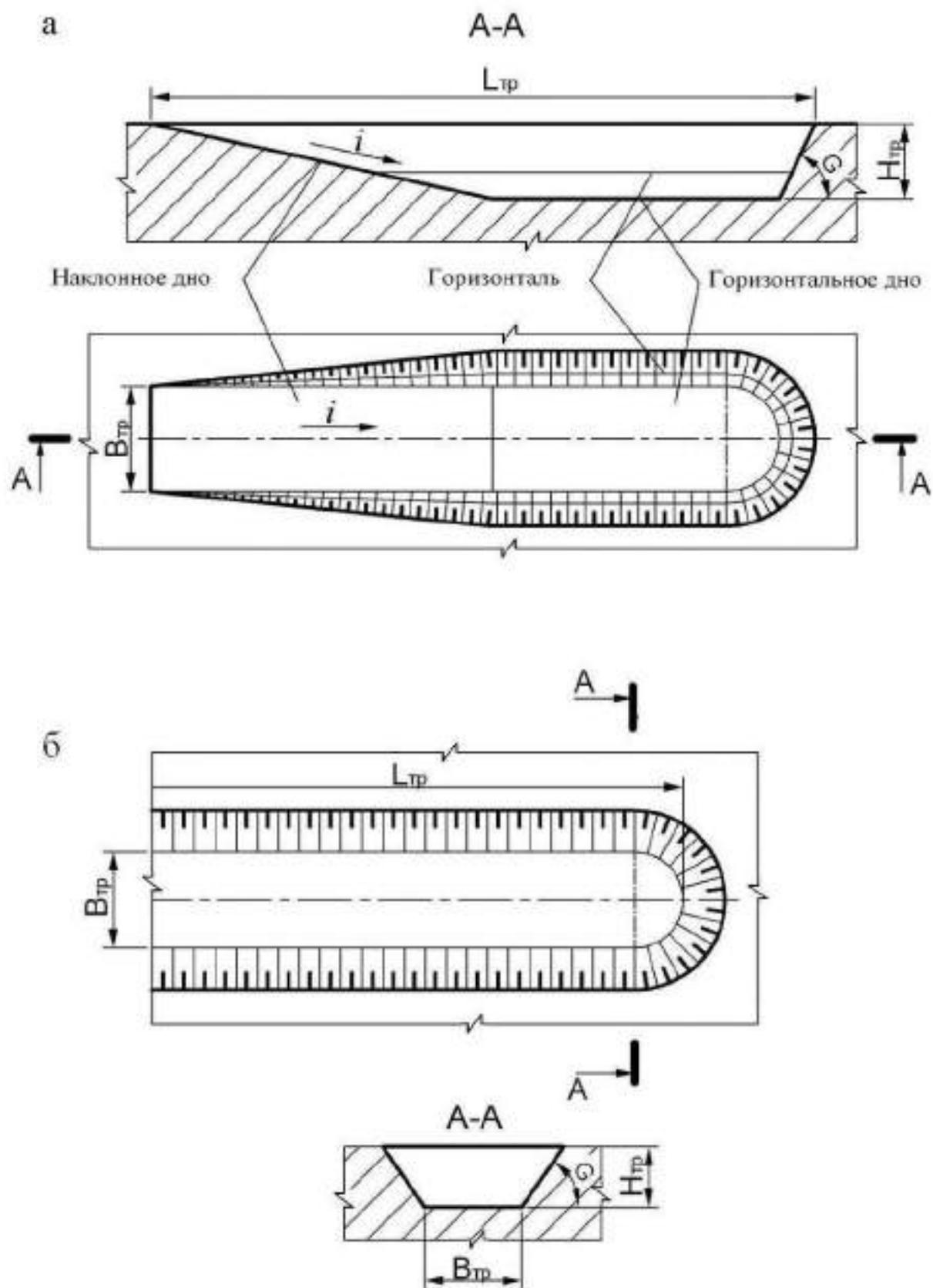
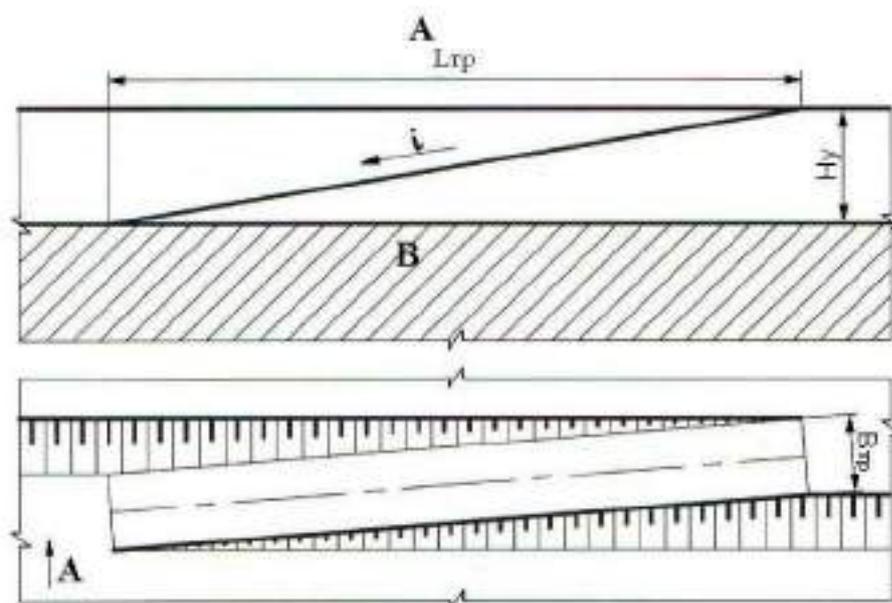
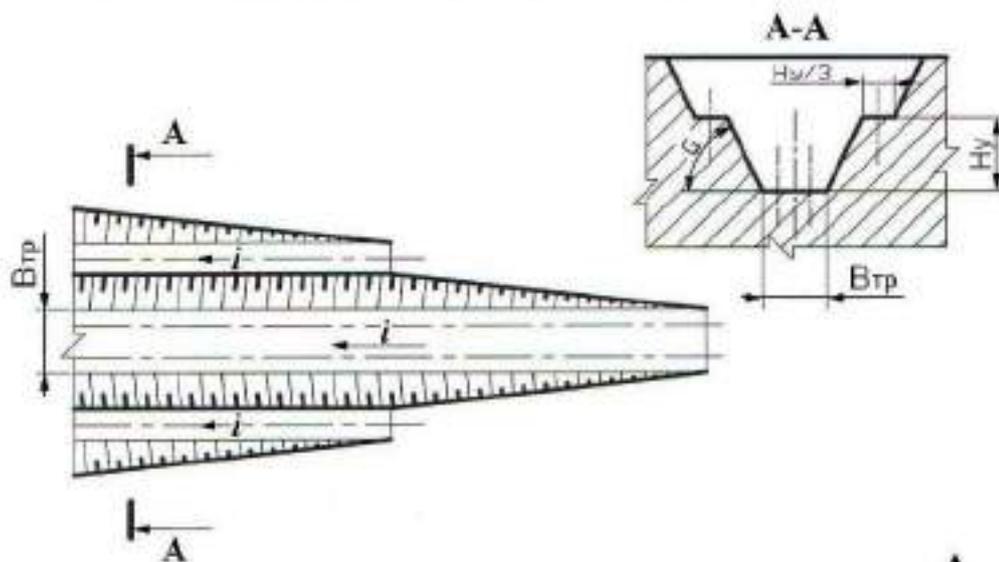


Рис. 1.11. Горизонтальные траншеи в равнинной местности:
 а – траншея с горизонтальным и наклонным дном;
 б – траншея с горизонтальным дном

a



б



в

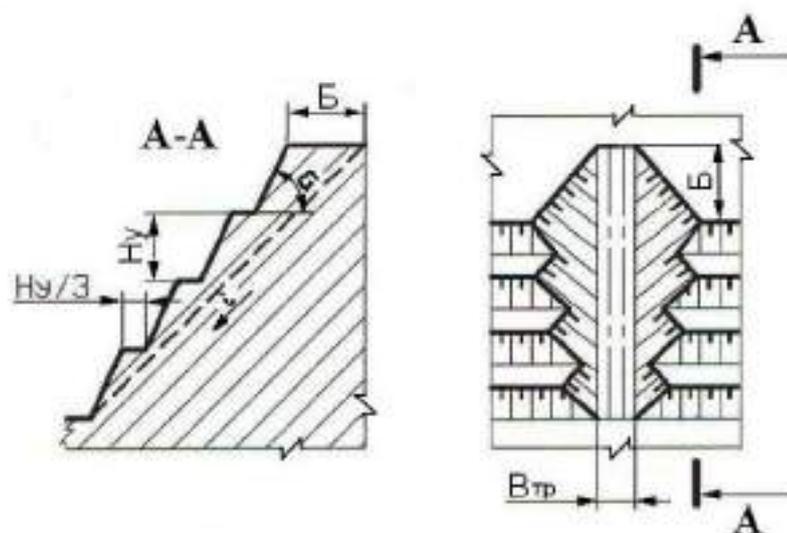


Рис. 1.12. Наклонные траншеи
a – внутренняя полутраншея (съезд); *б* – траншея групповая;
в – траншея крутонаклонная

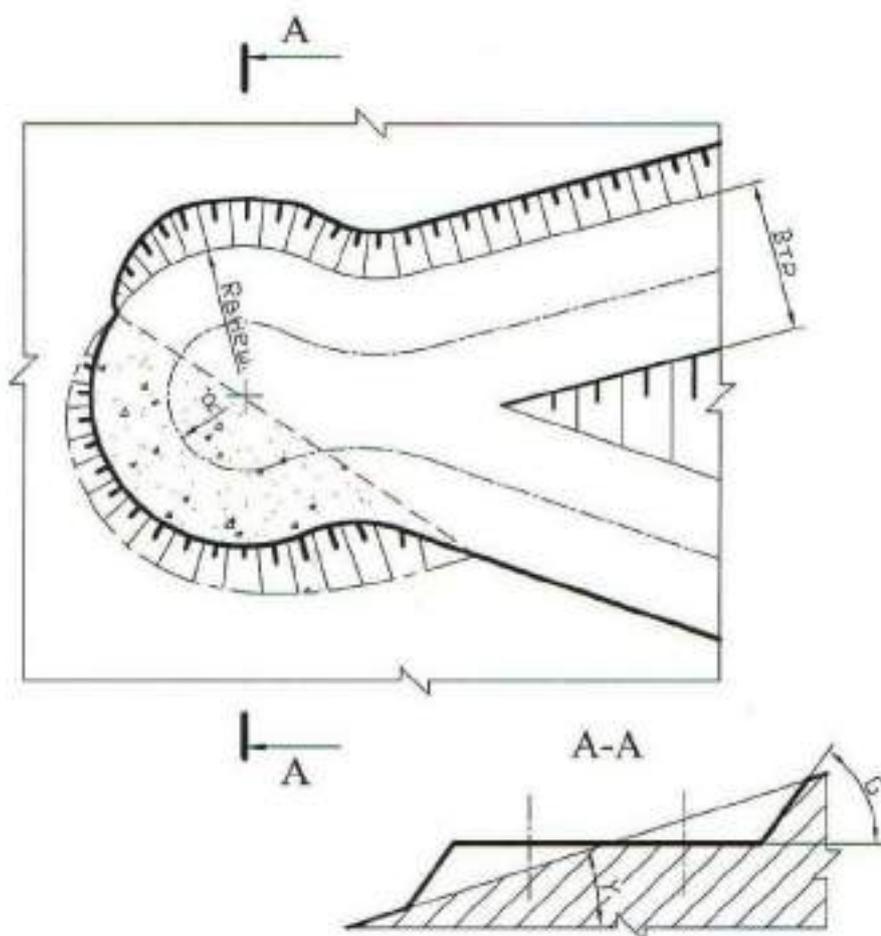


Рис. 1.13. Серпантин на косогоре

Контрольные вопросы к практической работе № 1

1. 1: 5; 2:3; 1:3; 1:20; 1:30; 1:500; 1:70000; 1:25; 1:25000 – какой из этих масштабов не применяется?
2. Во сколько раз основная линия толще вспомогательной?
3. Когда применяется штрихпунктирная линия?
4. Когда применяется основная линия?
5. Когда применяется сплошная вспомогательная линия?
6. Как должны располагаться берг-штрихи при изображении горизонтальных проложений откосов?
7. От каких параметров уступа зависит ширина горизонтального проложения?

Практическая работа № 2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА КАПИТАЛЬНОЙ ТРАНШЕИ

Цель работы – изучить методику определения объема капитальной траншеи.

2.1. Задачи работы

2.1.1. Ознакомиться с методикой определения объема капитальных траншей.

2.1.2. Выполнить расчет объема капитальной траншеи по исходным данным.

2.1.3. Исследовать зависимость объема капитальной траншеи от определяющих факторов.

2.1.4. Выполнить графическое изображение плана и элементов капитальной траншеи.

2.2. Порядок выполнения работы

2.2.1. По учебнику [1, с. 192 - 198] ознакомиться с конструкцией капитальных траншей и методикой определения их объема.

2.2.2. Ознакомиться с исходными данными в прил. 2. По данным заданного варианта выполнить расчет объема капитальной траншеи.

Объем простой капитальной траншеи можно представить как сумму объема полупризмы V_1 и объемов двух пирамид [1, рис. 10.3, с. 196].

$$V_T = V_1 + 2V_2, \quad (2.1)$$

где V_T – объем капитальной траншеи, м³;

V_1 – объем полупризмы, м³;

V_2 – объем пирамиды, м³.

Объем породы в торце траншеи, заключенный в призме V_3 и двух пирамидах V_3 и V_4 , незначителен и обычно в расчетах не учитывается.

Объем полупризмы V_1 (м^3) определяется

$$V_1 = \frac{b_{\text{т}} h_{\text{т}}^2}{2i}, \quad (2.2)$$

где $b_{\text{т}}$ – ширина основания траншеи, м;

$h_{\text{т}}$ – глубина траншеи, м;

i – уклон траншеи, ед.

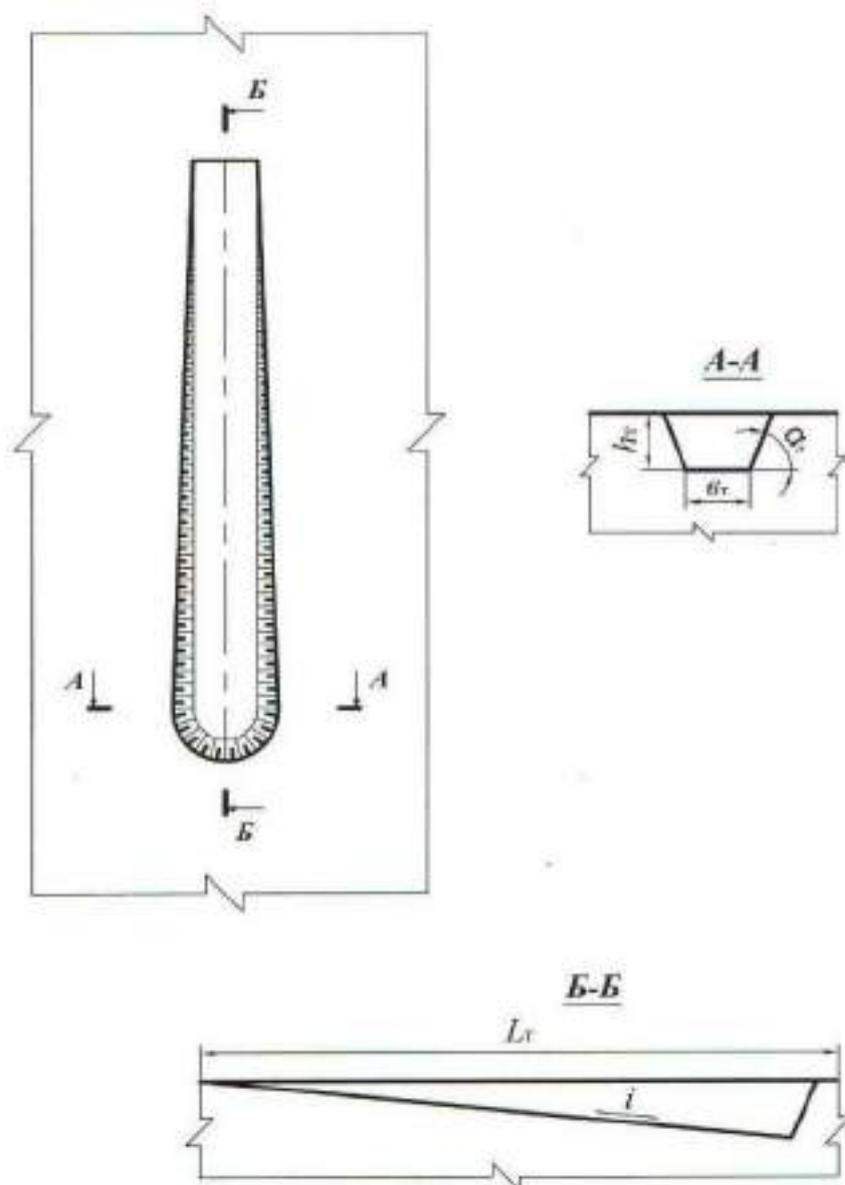


Рис. 2.1. Схема к расчету объема капитальной траншеи

Объем пирамиды V_2 , (м^3) определяется

$$V_2 = \frac{h_T^3}{6i \operatorname{tg} \alpha_T}, \quad (2.3)$$

где α_T – угол откоса борта траншеи, град.

После преобразования формулы (2.1) с учетом (2.2) и (2.3) объем траншеи

$$V_T = \frac{h_T^2}{i} \left(\frac{b_T}{2} + \frac{h_T}{3 \operatorname{tg} \alpha_T} \right). \quad (2.4)$$

2.2.3. Исследовать зависимость объема капитальной траншеи от одного из определяющих факторов (h_T , b_T , i , α_T) согласно заданию (прил. 2). Начертить график зависимости.

2.2.4. Вычертить графическое изображение шана и элементов капитальной траншеи в выбранном масштабе (аналогично рис. 2.1 и рис. 10.3 [1, с. 196]).

Форма отчетности. По результатам занятия представляется отчет, содержащий исходную информацию, расчетные формулы, все необходимые расчеты и их результаты, а также чертежи на миллиметровой бумаге.

Контрольные вопросы к практической работе № 2

1. Дайте определение траншеи.
2. Перечислите виды траншей по назначению.
3. Перечислите виды вскрывающих траншей.
4. Перечислите элементы траншеи.
5. Перечислите параметры разрезной траншеи.
6. Перечислите параметры вскрывающей траншеи.
7. От каких факторов зависит ширина дна разрезной и вскрывающей траншеи? В каких пределах она изменяется?
8. Что такое уклон траншеи? От каких факторов он зависит и в каких пределах изменяется?
9. Перечислите способы проходки траншеи.
10. Какие сооружения располагаются во вскрывающей траншее?

Практическая работа № 3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА, РАЗМЕРОВ, ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И СРОКА СЛУЖБЫ КАРЬЕРА, ЗАПАСОВ ПОЛЕЗНОГО ИСКОПАЕМОГО И КОЭФФИЦИЕНТА ВСКРЫШИ

Цель работы – овладеть навыками простейших расчетов объема и размеров карьера, запасов полезного ископаемого и коэффициента вскрыши, производительности и срока службы карьера.

3.1. Задачи работы

3.1.1. Ознакомиться с методикой расчета объема и размеров карьера, запасов полезного ископаемого и среднего коэффициента вскрыши.

3.1.2. Выполнить расчет объема и размеров карьера, запасов полезного ископаемого и среднего коэффициента вскрыши по исходным данным.

3.1.3. Исследовать зависимость объема карьера от его глубины.

3.1.4. Выполнить простейшее графическое изображение плана и элементов объема карьера.

2.2. Порядок выполнения работы

3.2.1. По учебнику [1, с. 28 - 29; с. 316 - 317] ознакомиться с методикой расчета объема карьера, запасов полезного ископаемого и среднего коэффициента вскрыши.

3.2.2. Ознакомиться с исходными данными в прил. 3. По данным заданного варианта выполнить расчет объема и размеров карьера, запасов полезного ископаемого и среднего коэффициента вскрыши.

При равнинном рельефе поверхности и наклонном или крутом падении залежи объем карьера может быть определен как сумма отдельных геометрических фигур (рис. 3.1)

$$V_{\text{к}} = V_1 + V_2 + V_3, \quad (3.1)$$

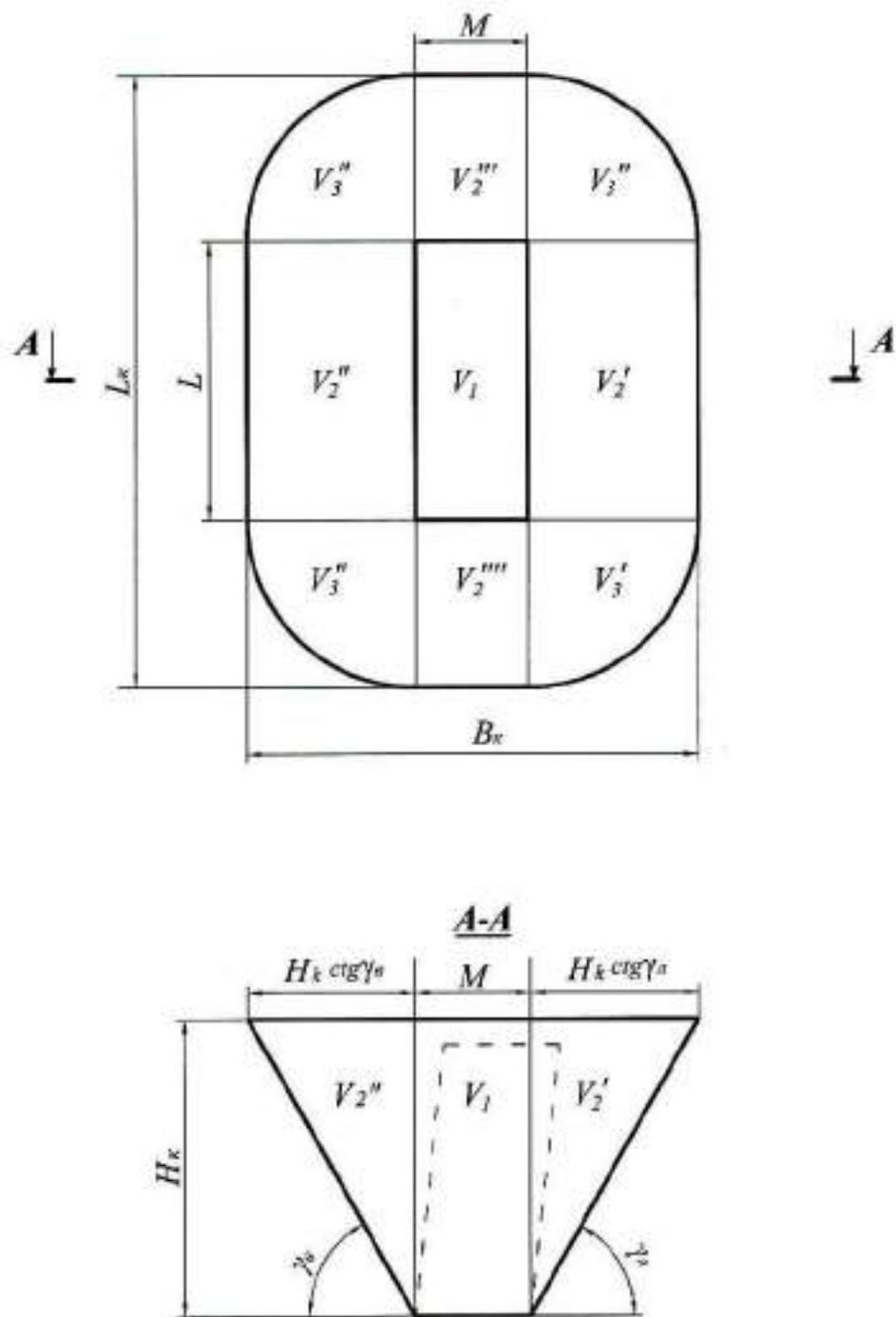


Рис. 3.1. Схема к расчету объема карьера

где V_k – объем карьера, m^3 ;

V_1 – объем призмы с основанием $S = LM$, m^3 ;

S – площадь дна карьера, m^2 ;

L – длина залежи по простиранию, m ;

M – горизонтальная мощность залежи, m .

$$V_1 = LMH_k, \quad (3.2)$$

где H_k – глубина карьера, m ;

V_2 – суммарный объем призм треугольного сечения, прилегающих с четырех сторон к объему V_1 (V_2' и V_2'' – вдоль длинных сторон карьера;

V_2''' и V_2'''' – вдоль коротких сторон у торцов карьера), m^3 ;

$$V_2 = \frac{1}{2}PH_k^2 \operatorname{ctg} \gamma_{\text{ср}}, \quad (3.3)$$

где P – периметр залежи (дна карьера), $P = 2(L + M)$ m ;

V_3 – суммарный объем отдельных частей расчлененного конуса, располагающихся в угловых участках карьера (V_3^i, V_3^j, V_3^k и V_3^m), m^3 ,

$$V_3 = \frac{\pi}{3}H_k^3 \operatorname{ctg}^2 \gamma_{\text{ср}}, \quad (3.4)$$

где $\gamma_{\text{ср}}$ – усредненный угол откоса нерабочих бортов карьера, град.

$$\gamma_{\text{ср}} = \frac{\gamma_{\text{в}} + \gamma_{\text{л}}}{2},$$

где $\gamma_{\text{в}}$ – угол откоса висячего нерабочего борта карьера, град;

$\gamma_{\text{л}}$ – угол откоса лежащего нерабочего борта карьера, град. (см. рис. 3.1).

Суммарный объем карьера, таким образом, определяется по формуле:

$$V_k = SH_k + \frac{1}{2}PH_k^2 \operatorname{ctg} \gamma_{\text{ср}} + \frac{\pi}{3}H_k^3 \operatorname{ctg}^2 \gamma_{\text{ср}}, \quad (3.5)$$

Длина карьера по верху (L_k , m)

$$L_k = L + 2H_k \operatorname{ctg} \gamma_{\text{ср}}, \quad (3.6)$$

Ширина карьера по верху (B_k , m)

$$B_k = M + 2H_k \operatorname{ctg} \gamma_{\text{ср}}, \quad (3.7)$$

Объем полезного ископаемого в контурах карьера ($V_{п.и}$, м³)

$$V_{п.и} = S(H_K - h_H), \quad (3.8)$$

где h_H – мощность наносов, м.

Промышленные (т. е. извлекаемые из недр) запасы полезного ископаемого в контурах карьера ($Q_{п.и}$, т)

$$Q_{п.и} = V_{п.и} \rho_{п.и} \eta_{и}, \quad (3.9)$$

где $\rho_{п.и}$ – объемная масса полезного ископаемого, т/м³;

$\eta_{и}$ – коэффициент извлечения, учитывающий потери полезного ископаемого при разработке.

Объем породы в контурах карьера ($V_{п}$, м³)

$$V_{п} = V_K - V_{п.и}. \quad (3.10)$$

Величина среднего коэффициента вскрыши (объем вынимаемой пустой породы, приходящийся на единицу добываемого полезного ископаемого) $k_{ср}$, м³/т

$$k_{ср} = V_{п} / Q_{п.и}. \quad (3.11)$$

Производительность карьера по вскрыше ($\Pi_{в}$, м³/год) приблизительно устанавливается по среднему коэффициенту вскрыши

$$\Pi_{в} = \Pi_{п.и} k_{ср} k_H, \quad (3.12)$$

где $\Pi_{п.и}$ – производительность карьера по полезному ископаемому, т/год (прил. 3);

k_H – коэффициент неравномерности распределения вскрыши по годам ($k_H = 1,1 \div 1,3$).

Производительность карьера по горной массе ($\Pi_{г.м}$, м³/год)

$$\Pi_{г.м} = \Pi_{п.и} \frac{1}{\rho_{п.и}} + \Pi_{в}. \quad (3.13)$$

Суточная производительность карьера по полезному ископаемому ($\Pi_{п.и}^c$, т/сут)

$$P_{п.и}^c = \frac{P_{п.и}}{T_{г}}, \quad (3.14)$$

где $T_{г}$ – число рабочих дней карьера в год ($T_{г} = 350$ дней).

Суточная производительность карьера по вскрыше ($P_{в}^c$, м³/сут)

$$P_{в}^c = \frac{P_{в}}{T_{г}}. \quad (3.15)$$

Сменная производительность карьера по добыче и вскрыше ($P_{п.и}^{см}$, т/смену; $P_{в}^{см}$, м³/смену)

$$P_{п.и}^{см} = \frac{P_{п.и}^c}{n_{см}}, \quad P_{в}^{см} = \frac{P_{в}^c}{n_{см}} \quad (3.16)$$

где $n_{см}$ – число смен работы карьера в сутках (обычно 2-3 смены).

Срок службы карьера ($T_{сл}$, лет)

$$T_{сл} = T_{ос} + T_{э} + T_{з}, \quad (3.17)$$

где $T_{ос} + T_{з}$ – время на освоение и затухание мощности карьера по добыче (принимается 1,5 года);

$T_{э}$ – расчетный срок эксплуатации карьера, лет.

$$T_{э} = \frac{Q_{п.и}}{P_{п.и}}. \quad (3.18)$$

3.2.3. Исследовать зависимость объема карьера от его глубины: построить график этой функции.

3.2.4. На миллиметровой бумаге вычертить карьер в выбранном масштабе в соответствии с заданными и полученными расчетными размерами (аналогично рис. 3.1).

Форма отчетности. По результатам занятия представляется отчет, содержащий исходную информацию, расчетные формулы, все необходимые расчеты и их результаты, а также чертеж карьера на миллиметровой бумаге и график зависимости $V_{к} = f(H_{к})$.

Контрольные вопросы к практической работе № 3

1. Перечислите размеры карьера. От чего они зависят?
2. Как различают производительность карьера (производительность по полезному ископаемому...)? В каких единицах она измеряется?
3. Что нужно знать для расчета годовой производительности карьера по горной массе?
4. Дайте классификацию запасов полезных ископаемых.
5. Дайте классификацию потерь полезного ископаемого.
6. Дайте определение коэффициента вскрыши. Как различаются коэффициенты вскрыши и в каких единицах они измеряются?

Практическая работа № 4

РАСЧЕТ ЗАРЯДА ОДИНОЧНОЙ СКВАЖИНЫ

Цель работы – изучить параметры и освоить принципы расчета скважинных зарядов.

4.1. Задачи работы

4.1.1. Изучить конструкции скважинных зарядов, параметры скважин, и их расположения на уступе.

4.1.2. Выполнить расчеты величины заряда одиночной скважины.

4.2. Порядок выполнения работы

4.2.1. По учебнику [1, с. 72 - 74] ознакомиться с параметрами скважин, и их расположения на уступе, конструкцией зарядов.

4.2.2. Ознакомиться с исходными данными в прил. 4. По данным заданного варианта выполнить расчет заряда одиночной скважины и параметров расположения скважин на уступе при однорядном расположении скважин.

Расчет выполняется в следующей последовательности:

4.2.2.1. По заданному диаметру шарошечного долота (прил. 4) определяется диаметр взрывных скважин (d_c , мм)

$$d_c = d_d k_{\text{разб}}, \quad (4.1)$$

где d_d – диаметр долота, мм;

$k_{\text{разб}}$ – коэффициент разбуривания, принимаемый в зависимости от крепости пород (прил. 5).

4.2.2.2. Определяется длина перебура ($l_{\text{пер}}$, м)

$$l_{\text{пер}} = 11 d_c, \quad (4.2)$$

где d_c – диаметр скважины, м.

4.2.2.3. Определяется длина скважины (l_c , м)

$$l_c = H_y + l_{\text{пер}}, \quad (4.3)$$

где H_y – высота уступа, м.

4.2.2.4. Принимается (задается) тип взрывчатого вещества (ВВ) (прил. 4) и конструкция скважины (заряда) – сплошной вертикальный заряд (рис. 4.1).

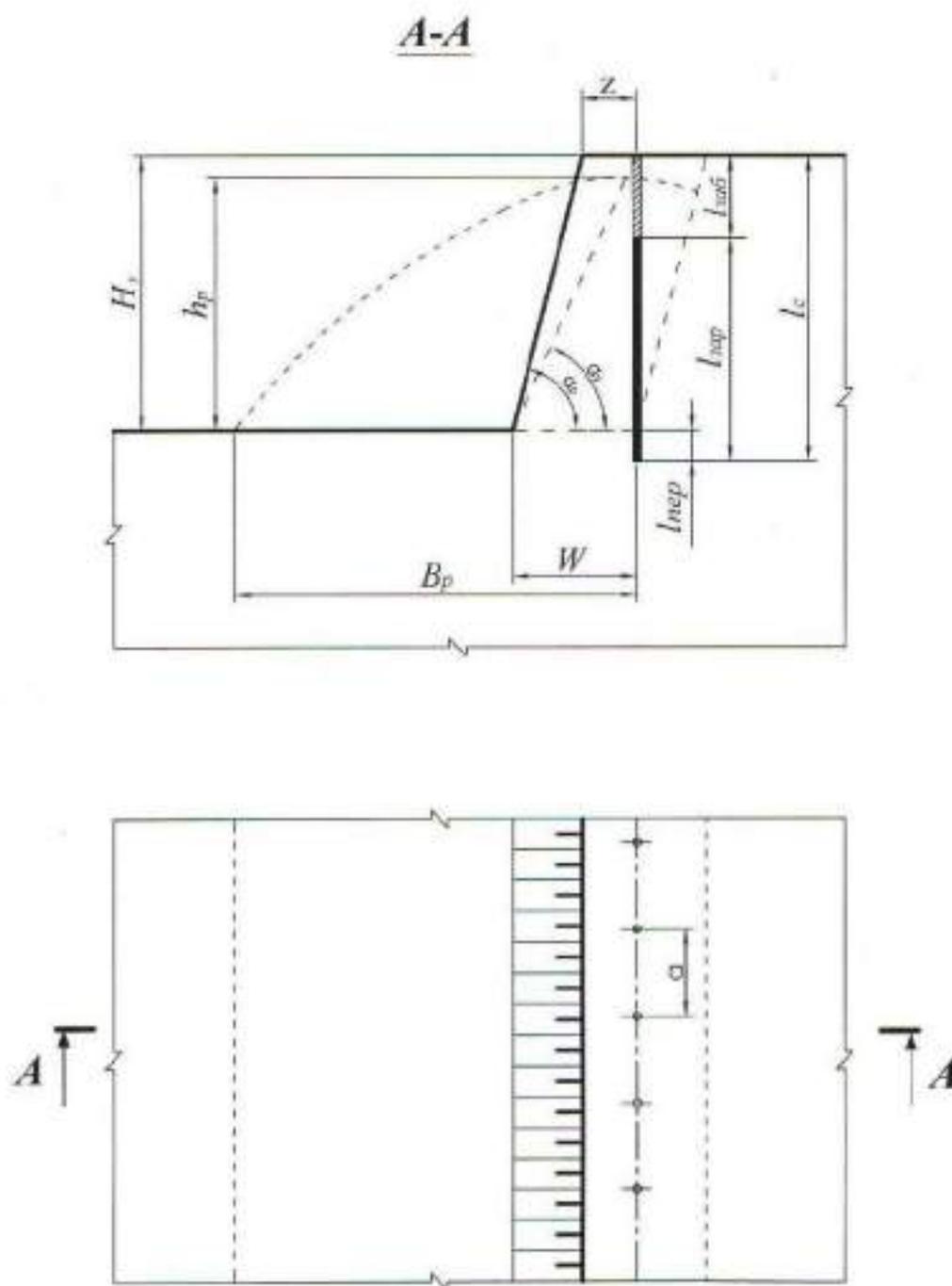


Рис. 4.1. Расположение скважин на уступе

4.2.2.5. Определяется длина забойки ($l_{\text{заб}}$, м)

$$l_{\text{заб}} = 0,27l_c \quad (4.4)$$

где l_c – длина скважины, м.

4.2.2.6. Определяется длина заряда взрывчатого вещества (ВВ) в скважине ($l_{\text{зар}}$, м)

$$l_{\text{зар}} = l_c - l_{\text{заб}}. \quad (4.5)$$

4.2.2.7. Определяется удельная вместимость скважины (p , кг/м)

$$p = 7,85d_c^2\Delta, \quad (4.6)$$

где d_c – диаметр скважины, дм;

Δ – плотность заряда в скважине, кг/дм³ (см. прил. 4).

4.2.2.8. Исходя из заданных удельного расхода эталонного ВВ (q' , кг/м³) и коэффициента, учитывающего тип ВВ ($k_{\text{ВВ}}$) (см. прил. 4), вычисляется удельный расход принятого ВВ ($q_{\text{п}}$, кг/м³)

$$q_{\text{п}} = q'k_{\text{ВВ}}. \quad (4.7)$$

4.2.2.9. Определяется величина преодолеваемой линии сопротивления по подошве (W , м)

$$W = 0,9 \sqrt{\frac{p}{q_{\text{п}}}}. \quad (4.8)$$

4.2.2.10. Выполняется проверка величины линии сопротивления по подошве по условию:

$$W \geq W_{\text{min}}, \quad (4.9)$$

$$W_{\text{min}} = H_y \text{ctg } \alpha_p + Z, \quad (4.10)$$

где α_p – угол откоса рабочего уступа, град (прил. 4);

Z – расстояние от верхней бровки уступа до скважины первого ряда, м.

$$Z = H_y (\text{ctg } \alpha_y - \text{ctg } \alpha_p) \geq 2,$$

где α_y – угол устойчивого откоса уступа, град (α_y на 5-10° меньше α_p);

$H_y (\text{ctg } \alpha_y - \text{ctg } \alpha_p)$ – ширина призмы возможного обрушения уступа, м.

Если $W < W_{\text{min}}$, то, по согласованию с руководителем, увеличивается диаметр скважины до ближайшего стандартного и соответственно по формуле (4.6) увеличивается величина p , по формуле (4.8) увеличивается W и снова проверка по формуле (4.9).

4.2.2.11. Выполняется проверка $l_{\text{пер}}$ по условию

$$I_{\text{пер}} \leq 0,3W. \quad (4.11)$$

Если $I_{\text{пер}} > 0,3W$, то принимается $I_{\text{пер}} = 0,3W$ и производится перерасчет величин l_c , $l_{\text{заб}}$ и $l_{\text{зар}}$.

4.2.2.12. Определяется масса заряда в скважине (Q_3 , кг)

$$Q_3 = \rho l_{\text{зар}}. \quad (4.12)$$

4.2.2.13. Определяется расстояние между скважинами в ряду (a , м)

$$a = \frac{Q_3}{q_{\text{п}} H_y W}. \quad (4.13)$$

4.2.2.14. Выполняется проверка величины a по допустимому коэффициенту сближения скважин m

$$m = a/W. \quad (4.14)$$

На практике коэффициент сближения скважин составляет: $m = 0,8 \div 1,4$.

При расчетном значении m , отличающемся от рекомендуемого, необходимая величина его достигается путем изменения величины заряда в скважине Q_3 и соответствующего изменения расстояния между скважинами в ряду.

При этом необходимо пересчитать длину заряда $l_{\text{зар}} = \frac{Q_3}{\rho}$ и длину забойки

$$l_{\text{заб}} = l_c - l_{\text{зар}}.$$

4.2.2.15. Определяется ширина развала (B_p , м)

$$B_p \approx k_3 k_b \sqrt{q_{\text{п}} H_y}, \quad (4.15)$$

где k_b – коэффициент, характеризующий взрываемость породы (для средне-взрывааемых пород $k_b = 2,5 \div 3,0$);

k_3 – коэффициент дальности отброса породы, зависящий от принятого интервала замедления между отдельными скважинами (прил. 6);

Интервал замедления (τ , мс)

$$\tau = kW. \quad (4.16)$$

где k – коэффициент, зависящий от взрываемости пород (для средневзрываемых пород $k = 3,0 \div 4,0$).

4.2.2.16. Определяется высота развала (h_p , м)

$$h_p \approx \frac{2H_y W k_p}{B_p}, \quad (4.17)$$

где k_p – коэффициент разрыхления пород после взрыва (в развале).

При взрывании пород на дробление с однорядным расположением скважин развал имеет форму, близкую к треугольной. При этом $k_p = 1,4 \div 1,6$.

4.2.2.17. Определяется выход взорванной горной массы с 1 п. м скважины ($q_{г.м}$, м³/м)

$$q_{г.м} = \frac{H_y a W}{l_c}, \quad (4.18)$$

4.2.3. На миллиметровой бумаге вычертить буровую заходку (план и разрез), взрывные скважины и развал породы (на разрезе) с указанием всех необходимых размеров (см. рис. 4.1).

Форма отчетности. По результатам занятия представляется отчет, содержащий исходную информацию, расчетные зависимости, необходимые расчеты и их результаты, а также чертеж буровой заходки в выбранном масштабе.

Контрольные вопросы к практической работе № 4

1. Дайте определение скважинного заряда.
2. Перечислите параметры скважинного заряда.
3. Исходя из каких условий принимается (задается) тип ВВ?
4. Что такое линия сопротивления по подошве (W)? В чем ее геометрический и физический смысл?
5. Каким условием определяется минимально допустимая линия сопротивления по подошве (W_{\min})?
6. Каким параметром определяется положение первого ряда скважин?
7. Какими параметрами характеризуется сетка скважин?
8. Что такое «удельная вместимость скважины»? В каких единицах она измеряется? Выведите формулу для определения удельной вместимости скважины.

9. По какой формуле определяется выход горной массы с одного погонного метра скважины?
10. Какими факторами определяется ширина развала взорванной горной массы?
11. Каким показателем определяется отношение площади поперечного сечения развала взорванной горной массы к площади поперечного сечения буровой (взрывной) заходки? В каких пределах он изменяется?

Практическая работа № 5

РАСЧЕТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ БУРОВОГО СТАНКА

Цель работы – изучить методику определения производительности буровых станков типа СБШ.

5.1. Задачи работы

5.1.1. Ознакомиться с технологией бурения взрывных скважин станками шарошечного бурения.

5.1.2. Выполнить расчет технической скорости бурения и производительности бурового станка.

5.1.3. Исследовать зависимость технической скорости бурения от показателя буримости горных пород.

5.2. Порядок выполнения работы

5.2.1. По учебнику [1, с. 49 - 50] ознакомиться с технологией, условиями и областью применения шарошечного бурения взрывных скважин на карьерах.

5.2.2. Ознакомиться с исходными данными в прил. 7. По данным заданного варианта выполнить расчет технической скорости бурения и сменной производительности бурового станка типа СБШ.

Техническая скорость бурения ($v_{\text{б}}$, м/ч) скважин станками СБШ определяется по формуле

$$v_{\text{б}} = \frac{P_{\text{о}} n_{\text{в}}^{0,8}}{П_{\text{б}}^{1,6} d_{\text{д}}}, \quad (5.1)$$

где $P_{\text{о}}$ – осевое усилие, кН;

$n_{\text{в}}$ – частота вращения бурового става, мин⁻¹;

$П_{\text{б}}$ – показатель буримости пород;

$d_{\text{д}}$ – диаметр долота (коронки), см.

Сменная производительность бурового станка ($A_6^{см}$, м/смену) рассчитывается по формуле

$$A_6^{см} = \frac{T_{см} - (T_{п.з} + T_p)}{v_6^{-1} + T_в}, \quad (5.2)$$

где $T_{см}$ – продолжительность смены, ч/смену;

$T_{п.з}$ – затраты времени на подготовительно-заключительные операции в течение смены, ч/смену;

T_p – затраты времени на ремонты в течение смены, ч/смену;

$T_в$ – затраты времени на вспомогательные операции при бурении в расчёте на 1 м скважины ч/м;

v_6 – техническая скорость бурения, м/ч.

Расчет выполняется в следующей последовательности:

5.2.2.1. По заданным величинам $\sigma_{сж}$, $\sigma_{сд}$, ρ определяется показатель буримости горных пород ($П_6$)

$$П_6 = 0,07(\sigma_{сж} + \sigma_{сд}) + 0,7\rho, \quad (5.3)$$

где $\sigma_{сж}$ – предел прочности породы на сжатие, МПа;

$\sigma_{сд}$ – предел прочности породы на сдвиг, МПа;

ρ – плотность горных пород, т/м³.

По показателю буримости ($П_6$) определяется класс горных пород:

I класс – легкобуримые породы ($П_6 = 1 \div 5$);

II класс – породы средней трудности бурения ($П_6 = 5,1 \div 10$);

III класс – труднобуримые породы ($П_6 = 10,1 \div 15,0$);

IV класс – весьма труднобуримые породы ($П_6 = 15,1 \div 20,0$);

V класс – исключительно труднобуримые породы ($П_6 = 20,1 \div 25,0$).

5.2.2.2. В зависимости от показателей буримости пород (Π_6) и заданного диаметра долота (d_d) по графику (прил. 8) определяется частота вращения бурового става (n_b).

5.2.2.3. Рассчитывается осевое усилие (P_o , кН) по выражению

$$P_o \geq k\Pi_6 d_d, \quad (5.4)$$

где d_d – диаметр долота, см;

k – коэффициент, зависящий от показателя буримости (прил. 9).

5.2.2.4. По формуле (5.1) рассчитывается техническая скорость бурения (v_6 , м/ч).

5.2.2.5. По заданным величинам T_{cm} , $(T_{п.з}+T_p)$, T_b и полученному значению v_6 рассчитывается сменная производительность станка (A_6^{cm} , м/смену).

5.2.2.6. Определяется суточная производительность бурового станка (A_6^c , м/смену)

$$A_6^c = A_6^{cm} n_{cm}, \quad (5.5)$$

где n_{cm} – количество рабочих смен станка в сутки, смен/сут. ($n_{cm} = 2 \div 3$).

5.2.2.7. Определяется годовая производительность станка (A_6^g , м/год)

$$A_6^g = A_6^c n_{p.d.c}, \quad (5.6)$$

где $n_{p.d.c}$ – число рабочих дней станка в году, дней/год (с учетом вычета времени: ремонтов, перемещений с участка на участок, остановок в работе по климатическим условиям и др.). Для станков СБШ $n_{p.d.c} = 230 \div 280$ дней/год.

5.2.2.8. Рассчитывается парк буровых станков.

Списочный парк станков ($N_{б.с}$, ед.)

$$N_{б.с} = \frac{V_{г.м}}{A_6^g q_{г.м}}, \quad (5.7)$$

где $V_{г.м}$ – годовой объем обуриваемой горной массы, м³ (принимается $V_{г.м} = P_{г.м}$ по результатам выполнения лаб. работы № 3);

$q_{г.м}$ – выход взорванной горной массы с 1 п. м скважины, м³/м (принимается по результатам выполнения лаб. работы № 4).

Рабочий парк буровых станков ($N_{бр}$, ед.)

$$N_{бр} = \frac{N_{бс}}{k_{рез}}, \quad (5.8)$$

где $k_{рез}$ – коэффициент резерва буровых станков.

$$k_{рез} = \frac{T_{г}}{n_{р.д.с}}, \quad (5.9)$$

где $T_{г}$ – число рабочих дней карьера в году, дней/год ($T_{г} = 350$ дней/год).

5.2.3. Исследовать зависимость технической скорости бурения ($v_б$, м/ч) от показателя буримости горных пород ($P_б$).

Для этого произвести расчет $v_б$ для пяти значений $P_б$. За базовое значение принять $P_б$, полученное при выполнении п. 5.2.2.1. Для принятия четырех оставшихся значений $P_б$ принять шаг варьирования от базового $\Delta P_б = 0,5 \div 1,5$. Два принятых значения $P_б$ должны превышать базовое, а два быть меньше его. Строится график $v_б = f(P_б)$.

Форма отчетности. По результатам занятия представляется отчет, содержащий исходную информацию, расчетные формулы, все необходимые расчеты, а также график зависимости $v_б = f(P_б)$ на миллиметровой бумаге.

Контрольные вопросы к практической работе № 5

1. Перечислите основные элементы станков шарошечного бурения.
2. Как маркируются модели станков шарошечного бурения?
3. От каких свойств пород зависят показатели буримости и что характеризуют эти свойства? В каких единицах они измеряются?
4. От каких факторов зависит скорость бурения?
5. От каких факторов зависит величина требуемого осевого усилия?
6. Написать формулу часовой производительности бурового станка.
7. Как определяется списочный парк бурстанков?
8. Как определяется рабочий парк бурстанков?

Практическая работа № 6

РАСЧЕТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ КАРЬЕРНЫХ ЭКСКАВАТОРОВ

Цель работы – ознакомиться с технико-экономическими показателями и освоить методику расчета производительности одноковшовых экскаваторов.

6.1. Задачи работы

6.1.1. Ознакомиться с распределением рабочего времени, производительностью и технико-экономическими показателями одноковшовых экскаваторов.

6.1.2. Выполнить расчет технической, сменной и годовой производительности экскаватора типа ЭКГ в скальных породах.

6.1.3. Исследовать зависимость технической производительности экскаватора от угла поворота на разгрузку.

6.2. Порядок выполнения работы

6.2.1. По учебнику [1, с. 103 - 108] ознакомиться с распределением рабочего времени, принципами расчета производительности и технико-экономическими показателями работы одноковшовых экскаваторов.

6.2.2. Ознакомиться с исходными данными в прил. 10. По данным заданного варианта выполнить расчет технической, сменной и годовой производительности и параметров забоя одноковшового экскаватора типа ЭКГ в скальных породах.

Расчет выполняется в следующей последовательности:

6.2.2.1. Определяется техническая производительность экскаватора (A_T , м³/ч)

$$A_T = \frac{3600E}{T_{\text{ц}}} k_{\text{э}}, \quad (6.1)$$

где E – вместимость ковша экскаватора, м³;

$T_{\text{ц}}$ – продолжительность цикла экскавации, с;

$$T_{\text{ц}} = T_{\text{ч}} + T_{\text{пов}} + T_{\text{р}}, \quad (6.2)$$

где $T_ч$ – длительность черпания, с;

$$T_ч = \frac{194d_{ср}^2}{E} + \frac{E}{0,11E + 0,6}, \quad (6.3)$$

$d_{ср}$ – размер «среднего» куска в развале взорванной горной массы, м;

$$d_{ср} = (0,3 + 0,4)\sqrt[3]{E}, \quad (6.4)$$

$T_{пов}$ – длительность поворота экскаватора для разгрузки ковша, с;

$$T_{пов} = (10 + E) + 0,18(\beta - 90^\circ), \quad (6.5)$$

T_p – длительность разгрузки ковша, с;

где β – средний угол поворота экскаватора для разгрузки ковша, град;

(при $E = 1 \div 3 \text{ м}^3$, $T_p = 1,5 \div 2,5 \text{ с}$;

при $E = 3 \div 8 \text{ м}^3$, $T_p = 2,5 \div 2,7 \text{ с}$;

при $E = 12 \div 20 \text{ м}^3$, $T_p = 2,9 \div 3,5 \text{ с}$);

k_3 – коэффициент экскавации пород,

$$k_3 = \frac{k_n}{k_p}.$$

где k_n – коэффициент наполнения ковша;

k_p – коэффициент разрыхления пород в ковше экскаватора.

Значения k_n и k_p принимать по прил. 11 в зависимости от заданной категории пород по трудности экскавации.

6.2.2.2. Сменная производительность экскаватора ($A_{см}$, м³/смену)

$$A_{см} = A_T T_{см} k_{II}, \quad (6.6)$$

где $T_{см}$ – продолжительность смены, ч/смену;

k_{II} – коэффициент использования экскаватора в течение смены (прил. 10).

6.2.2.3. Суточная производительность экскаватора (A_c , м³/сут)

$$A_c = A_{см} n_{см}. \quad (6.7)$$

где $n_{см}$ – число рабочих смен в сутках, смен/сут. ($n_{см} = 2 \div 3$).

6.2.2.4. Головая производительность экскаватора (A_r , м³/год)

$$A_r = A_c n_r, \quad (6.8)$$

где n_r – число рабочих дней экскаватора в году, дней/год (прил. 10).

6.2.2.5. Определяется парк экскаваторов. Списочный парк экскаваторов ($N_{эс}$, ед.)

$$N_{эс} = \frac{П_{г.м}}{A_r}, \quad (6.9)$$

где $П_{г.м}$ – производительность карьера по горной массе, м³/год (принимается по результатам выполнения практической работы № 3).

Рабочий парк экскаваторов ($N_{эп}$, ед.)

$$N_{эп} = \frac{N_{эс}}{k_{рез}}, \quad (6.10)$$

где $k_{рез}$ – коэффициент резерва экскаваторов

$$k_{рез} = \frac{T_r}{n_r}, \quad (6.11)$$

где T_r – число рабочих дней карьера в году, дней/год ($T_r = 350$ дней/год).

6.2.2.6. Определяется ширина экскаваторной заходки (забоя) (A_2 , м):

при железнодорожном транспорте

$$A_2 = (1,5 \div 1,7) R_{ч.у}; \quad (6.12)$$

при автомобильном транспорте

$$A_3 = (0,8 \div 1,2) R_{ч.у}, \quad (6.13)$$

где $R_{ч.у}$ – радиус черпания экскаватора на уровне стояния, м [1, с. 85, табл. 10].

6.2.2.7. Определяется допустимая высота уступа (забоя) (H_y , м) для скальных пород

$$H_y \leq 1,5 H_ч^{max}, \quad (6.14)$$

где $H_ч^{max}$ – максимальная высота черпания экскаватора, м [1, с. 85, табл. 10].

6.2.3. Исследовать зависимость технической производительности экскаватора от угла поворота и построить график $A_r = f(\beta)$.

Для этого производится расчет A_T для пяти значений β . Область варьирования угла поворота $150^\circ > \beta > 90^\circ$. Интервал варьирования $\Delta\beta = 5 \div 10^\circ$.

Базовое значение β принять из прил. 10 для заданного варианта. Для принятия четырех оставшихся значений β принять шаг варьирования от базового $\Delta\beta = (5 \div 10)^\circ$.

Форма отчетности. По результатам занятия представляется отчет, содержащий исходную информацию, расчетные формулы и результаты расчетов, а также график зависимости $A_T = f(\beta)$ на миллиметровой бумаге.

Контрольные вопросы к практической работе № 6

1. Дайте определение производительности.
2. Вывести формулу технической производительности экскаватора.
3. Из каких элементов складывается цикл экскавации?
4. Вывести формулу максимальной ширины экскаваторной заходки.
5. Почему рациональная ширина экскаваторной заходки при железнодорожном транспорте больше, чем при автомобильном транспорте?
6. Как определяется допустимая высота уступа в сыпучих и связных породах?
7. Как определяется рабочий и списочный парк экскаваторов?

Практическая работа № 7

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ КАРЬЕРНЫХ АВТОСАМОСВАЛОВ

Цель работы – ознакомиться с методикой и освоить принципы расчета производительности карьерных автосамосвалов.

7.1. Задачи работы

7.1.1. Ознакомиться с техническими характеристиками и областью применения карьерных автосамосвалов для перевозки горной массы.

7.1.2. Выполнить расчет сменной производительности карьерного автосамосвала.

7.1.3. Исследовать зависимость сменной производительности карьерного автосамосвала от заданных параметров трассы.

7.2. Порядок выполнения работы

7.2.1. По учебнику [1, с. 145 - 151] ознакомиться с техническими характеристиками и областью применения карьерных автосамосвалов для перевозки горной массы.

7.2.2. Ознакомиться с исходными данными в прил. 12. По данным заданного варианта выполнить расчет сменной производительности автосамосвала.

Производительность автосамосвала по заданной трассе (Q_a , т/смену) рассчитывается

$$Q_a = N_p q = \frac{T_{см}}{T_{ц}^a} k_{и} q, \quad (7.1)$$

где $T_{см}$ – продолжительность смены, мин./смену;

q – вес груза в кузове автосамосвала, т;

$k_{и}$ – коэффициент использования сменного времени;

$T_{ц}^a$ – продолжительность транспортного цикла автосамосвала, мин.;

N_p – количество рейсов автосамосвала в течение смены, рейс/смену.

Продолжительность транспортного цикла ($T_{\text{ц}}^a$, мин.)

$$T_{\text{ц}}^a = t_o + t_{\text{п}} + t_{\text{д}} + t_{\text{м.п}} + t_{\text{м.р}} + t_{\text{р}}, \quad (7.2)$$

где t_o – продолжительность ожидания погрузки, мин. ($t_o \approx 0,5t_{\text{п}}$);

$t_{\text{п}}$ – продолжительность погрузки автосамосвала, мин.;

$t_{\text{д}}$ – продолжительность движения автосамосвала в грузовом и порожняковом направлениях, мин.;

$t_{\text{м.п}}$, $t_{\text{м.р}}$ – продолжительность маневровых операций соответственно при установке на погрузку и разгрузку, мин.;

$t_{\text{р}}$ – продолжительность разгрузки, мин.

Расчеты выполняются в следующей последовательности:

7.2.2.1. По заданной модели экскаватора (см. практическую работу № 6) подбирается модель автосамосвала прил. 13. Подбор осуществляется из условия обеспечения рационального соотношения (μ) между вместимостью кузова автосамосвала и ковша экскаватора

$$\mu = \frac{V_a}{E} = 3 \div 5, \quad (7.3)$$

где V_a – геометрическая вместимость кузова выбранного автосамосвала, м³ (см. прил. 13);

E – вместимость ковша экскаватора, м³.

7.2.2.2. Производится расчет времени погрузки автосамосвала ($t_{\text{п}}$, мин.) и веса груза в кузове (q , т)

$$t_{\text{п}} = \frac{T_{\text{ц}}^{\text{э}} (n_{\text{мин цик}} - 0,5)}{60}, \quad (7.4)$$

где $T_{\text{ц}}^{\text{э}}$ – продолжительность цикла экскавации, с (см. практическую работу № 6);

$n_{\min \text{ цик}}$ – количество циклов экскавации при загрузке автосамосвала.

Для определения $n_{\min \text{ цик}}$ рассчитывается необходимое количество ковшей для полной загрузки автосамосвала (n_k):

исходя из грузоподъемности автосамосвала

$$n_k = \frac{q_a k_p}{E k_H \rho}, \quad (7.5)$$

где q_a – грузоподъемность автосамосвала, т;

k_p – коэффициент разрыхления породы в ковше экскаватора;

k_H – коэффициент наполнения ковша экскаватора;

ρ – плотность пород в целике, т/м³ (значения k_H , k_p и ρ принимаются по прил. 11 в зависимости от заданной категории пород);

исходя из вместимости кузова автосамосвала с «шапкой»

$$n_k = \frac{0,9V'_a}{E k_H}, \quad (7.6)$$

где V'_a – вместимость кузова автосамосвала с «шапкой» (см. прил. 13), м³.

Затем сравниваются значения n_k , вычисленные по формулам (7.5) и (7.6), выбирается меньшее (n_k) и округляется до ближайшего целого числа, которое принимается за $n_{\min \text{ цик}}$.

Вес груза рассчитывается (q , т)

$$q = \frac{E k_H}{k_p} n_{\min \text{ цик}} \rho. \quad (7.7)$$

Осуществляется проверка условия

$$q \leq 1,1q_a, \quad (7.8)$$

где q_a – грузоподъемность автосамосвала, т.

7.2.2.3. Производится расчет времени движения автосамосвала в грузовом и порожняковом направлениях (t_d , мин.)

$$t_{\text{д}} = 60 \frac{2L}{v_{\text{ср.т}}}, \quad (7.9)$$

где L – расстояние транспортирования горной массы, км;

$v_{\text{ср.т}}$ – средняя техническая скорость движения автосамосвала по трассе, км/ч;

$v_{\text{ср.т}}$ определяется в зависимости от заданного расстояния транспортирования (L , км) и высоты подъема горной массы ($H_{\text{п}}$, м) по прил. 15.

7.2.2.4. Производится расчет $T_{\text{ц}}^{\text{а}}$. При этом $t_{\text{м.п}}$, $t_{\text{м.р}}$ и $t_{\text{р}}$ принимаются из прил. 13 для выбранной модели автосамосвала.

7.2.2.5. По формуле 7.1 производится расчет сменной производительности автосамосвала при $k_{\text{и}} = 0,8$; $T_{\text{см}} = 8$ ч.

7.2.2.6. Производится расчет рабочего и инвентарного парка автосамосвалов.

Рабочий парк автосамосвалов ($N_{\text{а.р}}$, ед.)

$$N_{\text{а.р}} = \frac{V_{\text{см}}}{Q_{\text{а}}}, \quad (7.10)$$

где $V_{\text{см}}$ – сменный объем перевозок, т/смену.

$$V_{\text{см}} = k_{\text{н}} \left(\Pi_{\text{п.и}}^{\text{см}} + \Pi_{\text{в}}^{\text{см}} \rho \right), \quad (7.11)$$

где $k_{\text{н}}$ – коэффициент неравномерности выдачи горной массы из карьера ($k_{\text{н}} = 1,1$);

$\Pi_{\text{п.и}}^{\text{см}}$ – сменная производительность карьера по полезному ископаемому, т/смену;

$\Pi_{\text{в}}^{\text{см}}$ – сменная производительность карьера по вскрыше в целике, м³/смену;

ρ – плотность вскрышных пород в целике, т/м³.

$\Pi_{\text{п.и}}^{\text{см}}$ и $\Pi_{\text{в}}^{\text{см}}$ принимаются по результатам выполнения практической работы № 3, ρ – по прил. 11 в зависимости от заданной категории пород по трудности экскавации.

Инвентарный парк автосамосвалов ($N_{\text{а.и}}$, ед.)

$$N_{\text{а.и}} = \frac{N_{\text{а.р}}}{k_{\text{т.г}}}, \quad (7.12)$$

где $k_{\text{т.г}}$ – коэффициент технической готовности, определяемый по прил. 14, в зависимости от суточного пробега автосамосвала.

Суточный пробег автосамосвала ($L_{\text{с}}$, км/сут)

$$L_{\text{с}} = \frac{2LQ_{\text{а}}}{q} k_{\text{о}} k_{\text{см}}, \quad (7.13)$$

где $k_{\text{о}}$ – коэффициент, учитывающий нулевой пробег от гаража до места работы и обратно ($k_{\text{о}} = 1,05$);

$k_{\text{см}}$ – коэффициент сменности – среднее количество полных смен отработанных автосамосвалом за сутки (принять $k_{\text{см}} = 2,5$).

7.2.3. Исследовать зависимость сменной производительности автосамосвала от расстояния транспортирования или высоты подъема горной массы и построить график $Q_{\text{а}} = f(L)$ или $Q_{\text{а}} = f(H_{\text{п}})$.

Производится расчет для пяти значений L или $H_{\text{п}}$. Интервал варьирования расстояния транспортирования $\Delta L = 0,2 \div 0,4$ км, высоты подъема горной массы $\Delta H_{\text{п}} = 20$ м.

Форма отчетности. По результатам занятия представляется отчет, содержащий исходную информацию, расчетные формулы и результаты расчетов, а также графики зависимостей $Q_{\text{а}} = f(L)$ или $Q_{\text{а}} = f(H_{\text{п}})$.

Контрольные вопросы к практической работе № 7

1. Чем отличается процесс выемки горной массы от процесса транспортирования горной массы?
2. Вывести формулу сменной производительности автосамосвала.
3. От каких факторов зависит сменная производительность автосамосвала?
4. Из каких элементов складывается транспортный цикл?
5. Как определить количество рейсов (транспортных циклов) автосамосвала за смену?
6. От чего зависит продолжительность погрузки автосамосвала?
7. В чем различие между величиной количества циклов экскавации для загрузки автосамосвала и количества ковшей для загрузки автосамосвала?
8. От каких факторов зависит время движения автосамосвала в транспортном цикле?
9. Какое различие между рабочим и инвентарным парком автосамосвалов?
10. Как определить сменный пробег автосамосвала?

Практическая работа № 8

КОНСТРУКЦИЯ РАБОЧЕГО И НЕРАБОЧЕГО БОРТОВ КАРЬЕРА

Цель работы – изучить конструкцию рабочего и нерабочего бортов карьера, освоить методику расчета ширины рабочей площадки и угла откоса рабочих и нерабочих бортов.

8.1. Задачи работы

8.1.1. Ознакомиться с конструкцией рабочего и нерабочего бортов карьера.

8.1.2. Выполнить расчет углов откоса рабочих и нерабочих бортов.

8.1.3. Исследовать зависимость величины угла откоса рабочего борта от определяющих факторов.

8.2. Порядок выполнения работы

8.2.1. По учебнику [1, с. 23 - 27; 269 - 271] ознакомиться с конструкцией рабочего и нерабочего бортов карьера и факторами, определяющими величины углов их откосов.

8.2.2. Ознакомиться с исходными данными в прил. 16. По данным заданного варианта выполнить расчет углов откоса рабочего и нерабочего бортов.

Порядок выполнения расчетов

8.2.2.1. Определяется высота рабочего борта карьера ($H_{р.б}$, м)

$$H_{р.б} = H_y n_{р.у}, \quad (8.1)$$

где H_y – высота уступа, м;

$n_{р.у}$ – количество рабочих уступов.

8.2.2.2. Определяется ширина рабочей площадки при погрузке горной массы в автомобильный транспорт ($Ш_{р.п}$, м)

$$Ш_{р.п} = B_p + C + T + S + Z + Ш_{в.б}, \quad (8.2)$$

где B_p – ширина развала породы, м (принимается по результатам расчетов из практической работы № 4);

C – безопасный зазор между нижней бровкой развала и транспортной полосой, м (2-3 м);

T – ширина транспортной полосы (проезжей части временной автодороги при двухполосном движении), м (см. прил. 13);

S – безопасное расстояние (1,5÷2,0 м) от транспортной полосы до призмы возможного обрушения;

Z – ширина призмы возможного обрушения, м;

$Ш_{в.б}$ – ширина взрывного блока, м (при однорядном взрывании $Ш_{в.б} = W$, принимается по результатам расчетов из практической работы № 4);

$$Z = H_y (\operatorname{ctg} \alpha_y - \operatorname{ctg} \alpha); \quad (8.3)$$

α – угол откоса рабочего уступа, град.;

α_y – угол устойчивого откоса уступа, град. (см. прил. 16).

8.2.2.3. Определяется горизонтальное проложение откоса рабочего борта ($C_{р.б}$, м)

$$C_{р.б} = H_y \operatorname{ctg} \alpha n_{р.у} + Ш_{р.п} (n_{р.у} - 1). \quad (8.4)$$

8.2.2.4. Определяется тангенс угла откоса рабочего борта карьера (φ)

$$\operatorname{tg} \varphi = H_{р.б} / C_{р.б}. \quad (8.5)$$

8.2.2.5. Определяется величина угла откоса, град, рабочего борта φ :
 $\varphi = \operatorname{arctg} (\operatorname{tg} \varphi)$.

8.2.2.6. Определяется высота нерабочего борта карьера ($H_{н.б}$, м)

$$H_{н.б} = H_y n_{н.у}, \quad (8.6)$$

где $n_{н.у}$ – количество нерабочих уступов (принимается $n_{н.у} = 3$).

8.2.2.7. Определяется горизонтальное проложение откоса нерабочего борта ($C_{н.б}$, м)

$$C_{н.б} = n_{н.у} (H_y \operatorname{ctg} \alpha_y + b_c) + (n_{н.у} - 1) b_б, \quad (8.7)$$

где b_c – ширина съезда, м;

b_6 – ширина бермы безопасности, м ($b_6 = 8 \div 10$ м).

8.2.2.8. Определяется тангенс угла откоса нерабочего борта карьера (γ)

$$\operatorname{tg} \gamma = H_{н.б.} / C_{н.б.} \quad (8.8)$$

Затем сам угол откоса, град, нерабочего борта карьера (γ).

$$\gamma = \operatorname{arctg} (\operatorname{tg} \gamma). \quad (8.9)$$

8.2.3. На миллиметровой бумаге вычертить разрез рабочей площадки (рис. 8.1), рабочего борта (рис. 8.2), план и разрез нерабочего борта карьера с тупиковыми съездами (рис. 8.3) в выбранном масштабе.

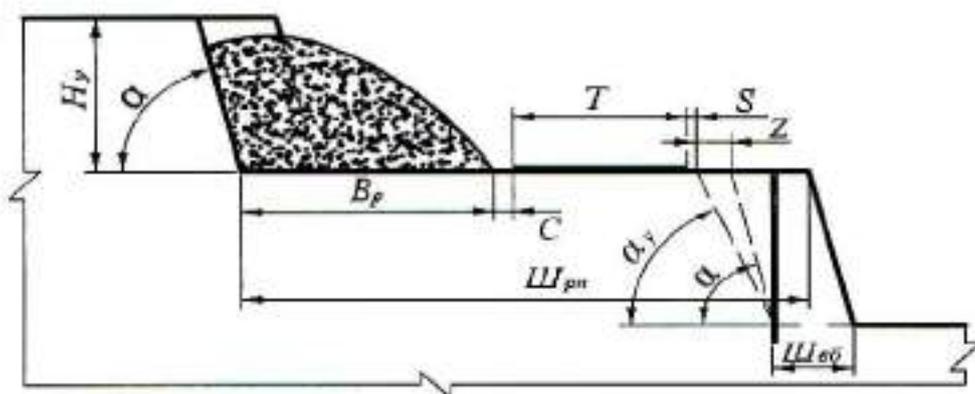


Рис. 8.1. Рабочая площадка

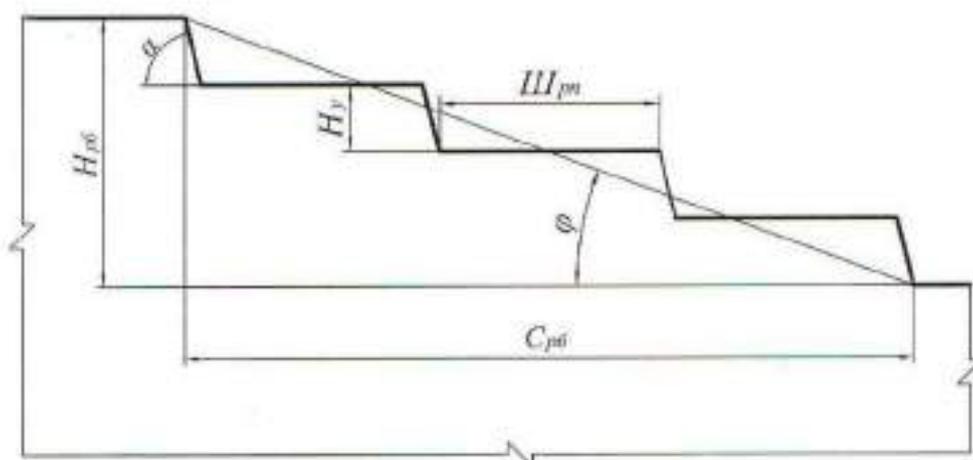
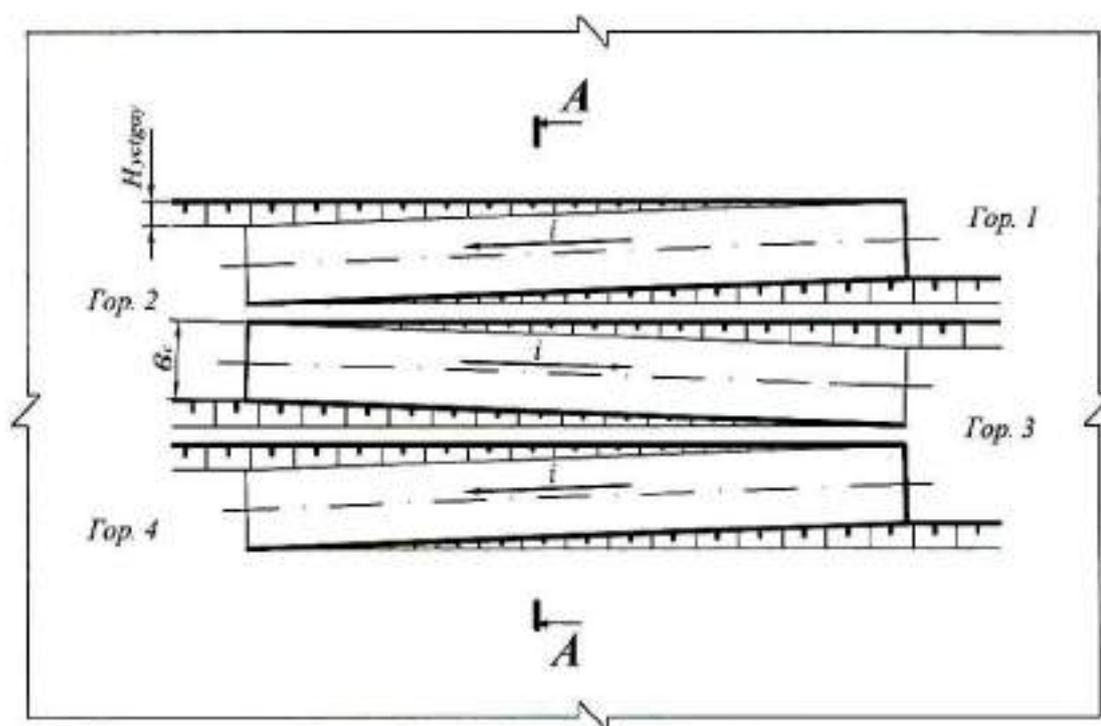


Рис. 8.2. Рабочий борт карьера

a)



б)

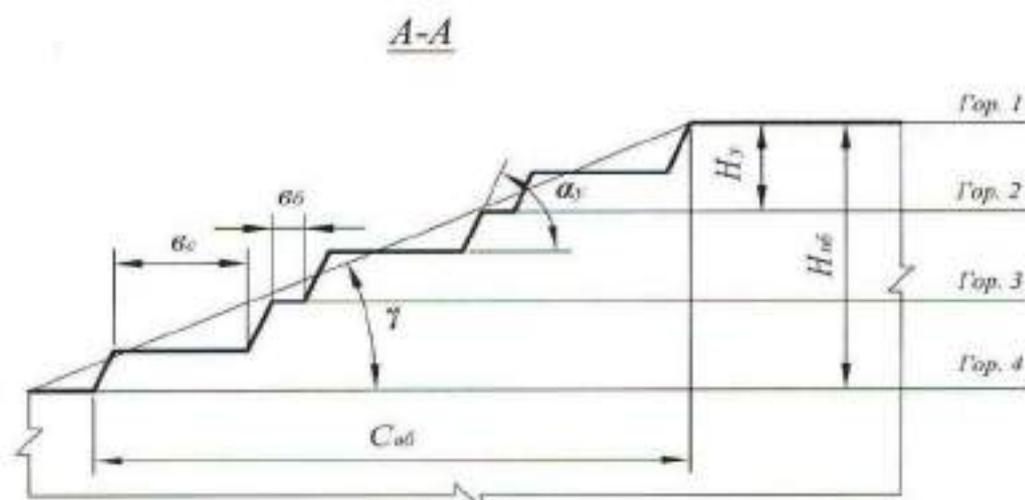


Рис. 8.3. Нерабочий борт карьера:
a – автомобильный съезд на нерабочем борту, *б* – профиль нерабочего борта

8.2.4. Исследовать зависимость угла откоса рабочего борта карьера (φ , град) от высоты уступа (H_y , м) или ширины рабочей площадки ($Ш_{р.п}$, м) и построить график $\varphi = f(H_y)$ или $\varphi = f(Ш_{р.п})$.

Производится расчет φ для пяти значений H_y и $Ш_{p.n}$. Величина аргумента задается в пределах $10 \text{ м} \leq H_y \leq 25 \text{ м}$ и $30 \text{ м} \leq Ш_{p.n} \leq 80 \text{ м}$.

Форма отчетности. По результатам занятия представляется отчет, содержащий исходную информацию, расчетные формулы и результаты расчетов, а также графики зависимостей $\varphi = f(H_y)$ или $\varphi = f(Ш_{p.n})$.

Контрольные вопросы к практической работе № 8

1. Дайте определение рабочего и нерабочего борта карьера.
2. Из каких элементов состоит рабочий и нерабочий борт карьера?
3. Назовите параметры рабочего и нерабочего бортов карьера и их элементов.
4. Какими условиями определяется угол откоса нерабочего борта карьера?
5. От каких факторов зависит угол откоса рабочего борта карьера?
6. Из каких элементов состоит рабочая площадка (как определяется ширина рабочей площадки)?
7. Как определяется ширина призмы возможного обрушения уступа?
8. Как определить угол откоса борта карьера, если известны его высота и горизонтальное проложение?
9. Как определить горизонтальное проложение борта карьера (рабочего и нерабочего)?
10. Как определяется уклон внутрикарьерной траншеи?
11. В каких единицах измеряется уклон траншей?

Практическая работа № 9

РАСЧЕТ БУЛЬДОЗЕРНОГО ОТВАЛООБРАЗОВАНИЯ ПРИ АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ

Цель работы – ознакомиться с методикой и освоить принципы расчета основных параметров бульдозерного отвалообразования при автомобильном транспорте.

9.1. Задачи работы

9.1.1. Изучить технологию бульдозерного отвалообразования при автомобильном транспорте.

9.1.2. Выполнить расчет основных параметров бульдозерного отвалообразования при автомобильном транспорте.

9.2. Порядок выполнения работы

9.2.1. По учебнику [1, с. 176 - 177] ознакомиться с основными параметрами отвалов и технологией бульдозерного отвалообразования при автомобильном транспорте.

9.2.2. Ознакомиться с исходными данными в прил. 17. По данным заданного варианта выполнить расчет основных параметров бульдозерного отвалообразования при автомобильном транспорте.

Порядок выполнения расчетов

9.2.2.1. Определяется требуемая площадь отвала (S_o , м²)

$$S_o = \frac{Wk_p^o}{n_{\text{я}}h_{\text{я}}\eta_o}, \quad (9.1)$$

где W – объем пород, подлежащих размещению в отвале за срок его существования, м³ (см. прил. 17);

k_p^o – коэффициент разрыхления пород в отвале (см. прил. 18);

$h_{я}$ – высота яруса, м (см. прил. 18);

$n_{я}$ – количество ярусов;

η_0 – коэффициент использования площади отвала (η_0 принимать: для одно- и двухъярусных отвалов – $0,8 \div 0,7$; для трехъярусных и более – $0,5$).

Тип (категорию) складироваемых пород принимать согласно прил. 17. Количество отвальных ярусов принимать самостоятельно (на практике отвалы формируются, как правило, из одного-трех ярусов), исходя из необходимости минимизировать площадь отвалов и максимальной общей высоты отвала не более 120-180 м. По требуемой площади отвала, определяются его размеры в плане: ширина (B , м), длина (L , м). При этом рекомендуется выдерживать соотношение $B : L = 1 : 2$, тогда: $L = \sqrt{2S_0}$.

9.2.2.2. Рассчитывается количество автосамосвалов, разгружающихся на отвале в течение часа (N_o , ед./ч)

$$N_o = \frac{P_B^ч k_H}{Q_{п}}, \quad (9.2)$$

где $P_B^ч$ – часовая производительность карьера по вскрыше, м³/ч;

k_H – коэффициент неравномерности работы карьера по вскрыше ($k_H = 1,1 \div 1,2$);

$Q_{п}$ – объем вскрыши в целике в кузове автосамосвала, м³.

$$Q_{п} = q / \rho, \quad (9.3)$$

где q – вес груза в кузове автосамосвала, т (величина q принимается по результатам расчетов в практической работе № 7);

ρ – плотность пород в целике, т/м³.

$$P_B^ч = \frac{P_B}{T_{Г} n_{СМ} T_{СМ}},$$

где P_B – годовая производительность карьера по вскрыше (см. прил. 17), м³/год;

T_{Γ} – число рабочих дней карьера в году, дней/год ($T_{\Gamma} = 350$ дн./год);

$n_{\text{см}}$ – число рабочих смен в сутки, смен/сут. ($n_{\text{см}} = 3$ смены/сут.);

$T_{\text{см}}$ – продолжительность смены, ч/смену ($T_{\text{см}} = 8$ ч/смену).

9.2.2.3. Определяется число одновременно разгружающихся автосамосвалов на отвале ($N_{\text{а.о}}$, ед.)

$$N_{\text{а.о}} = N_{\text{о}} \frac{t_{\text{р}} + t_{\text{м.р}}}{60}, \quad (9.4)$$

где $t_{\text{р}}$, $t_{\text{м.р}}$ – продолжительность разгрузки и маневровых операций при установке на разгрузку, мин. (см. прил. 13).

9.2.2.4. Определяется длина участка разгрузки ($L_{\text{р}}$, м)

$$L_{\text{р}} = N_{\text{а.о}} l_{\text{п}}, \quad (9.5)$$

где $l_{\text{п}}$ – ширина полосы по рабочему фронту отвала, м, занимаемой одним автосамосвалом при маневрировании, для автосамосвалов грузоподъемностью:

30 – 55 т	$l_{\text{п}} = 30 \div 40$ м,
80 – 130 т	$l_{\text{п}} = 50 \div 60$ м,
180 – 240 т	$l_{\text{п}} = 60 \div 70$ м.

9.2.2.5. Отвальный фронт состоит из трех участков: разгрузки, планировки и резервный.

По мере заполнения участка разгрузки и выравнивания участка планировки, последний начинает выполнять функцию первого, а участок разгрузки становится участком планировки. Если участок планировки не подготовлен, то разгрузка производится на резервном участке. Таким образом, все три участка должны иметь одинаковую длину и общая длина отвального фронта ($L_{\text{о}}$, м) определится:

$$L_{\text{о}} = 3L_{\text{р}}. \quad (9.6)$$

9.2.2.6. Определяется сменный объем бульдозерных работ по формированию отвала ($Q_{\text{б}}$, м³/смену)

$$Q_6 = \Pi_B^{CM} k_H k_{зав}, \quad (9.7)$$

где Π_B^{CM} – сменная производительность карьера по вскрыше, м³/смену;

$$\Pi_B^{CM} = \Pi_B^ч T_{CM}, \quad (9.8)$$

где $k_{зав}$ – средний коэффициент «заваленности» (см. прил. 18).

9.2.2.7. Выбирается модель бульдозера (см. прил. 19) и определяется число бульдозеров в работе (N_6 , ед.):

$$N_6 = Q_6 / \Pi_6, \quad (9.9)$$

где Π_6 – сменная производительность бульдозера, м³/смену (принимается по прил. 19).

9.2.2.8. Рассчитывается инвентарный парк бульдозеров ($N_{6,и}$, ед.)

$$N_{6,и} = 1,4 N_6, \quad (9.10)$$

где 1,4 – ориентировочное значение коэффициента резерва бульдозеров.

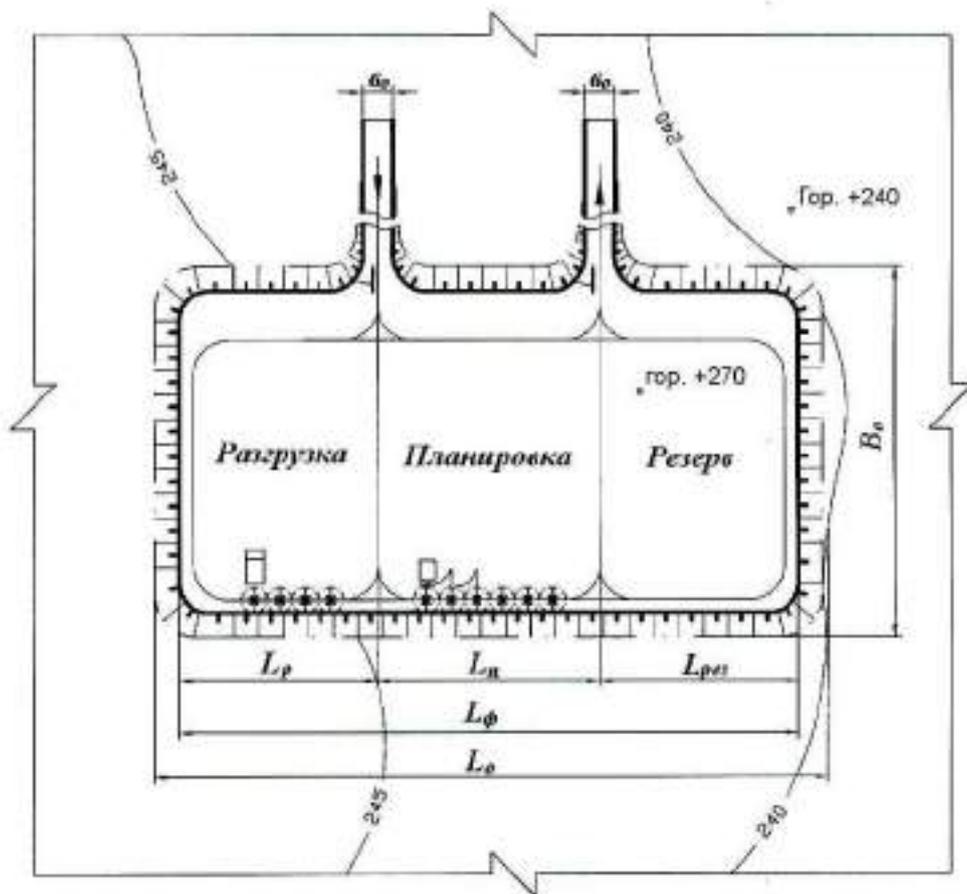


Рис. 9.1. План бульдозерного отвала

9.2.3. На миллиметровой бумаге вычертить план бульдозерного отвала с выделением рабочих участков, участков, находящихся в планировке, и резервных участков (см. рис. 9.1).

Форма отчетности. По результатам занятия представляется отчет, содержащий исходную информацию, расчетные формулы, результаты расчетов, а также план бульдозерного отвала на миллиметровой бумаге.

Контрольные вопросы к практической работе № 9

1. Перечислите способы отвалообразования, применяемые при открытой разработке месторождений.
2. В чем заключается отличительный признак бульдозерного отвалообразования?
3. Перечислите достоинства и недостатки бульдозерного отвалообразования.
4. Перечислите параметры отвалов.
5. От каких факторов зависит высота яруса отвала?
6. Перечислите операции технологии бульдозерного отвалообразования.
7. Перечислите параметры технологии бульдозерного отвалообразования.
8. Из каких участков состоит фронт отвальных работ при бульдозерном отвалообразовании?
9. Как соотносятся между собой размеры участков фронта отвальных работ?
10. От каких факторов зависит длина участка разгрузки?
11. Как определить количество одновременно разгружающихся автосамосвалов на участке разгрузки?
12. Как определить объем бульдозерных работ по формированию отвала (по планировке вскрышных пород на отвале)?

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ И РЕКОМЕНДУЕМЫХ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Хохряков, В. С. Открытая разработка месторождений полезных ископаемых /В. С. Хохряков. – 5-е изд. – М.: Недра, 1991. – 336 с.
2. Томаков, П. И.; Наумов, И. К. Технология, механизация и организация открытых горных работ /П. И. Томаков, И. К. Наумов: учебник для вузов. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во Моск. горного ин-та, 1992. – 464 с.
3. Пахомов, Е. М.; Буянов, М. И. Открытая разработка месторождений полезных ископаемых /Е. М. Пахомов, М. И. Буянов. – М.: Недра, 1990. – 250 с.
4. Русский, И. И. Технология отвальных работ и рекультивация на карьерах /И. И. Русский. – М.: Недра, 1979. – 262 с.

Исходные данные к практической работе № 1 «Графическое изображение элементов горных работ»

Таблица П 1.1

Графическое изображение забоев и уступов

Но- мер ва- ри- анта	Уступ			Забой												
	тип уступа, м	вы- со- та H_p , м	угол откоса, Δ , град	тип забоя	вы- сота усту- па, H_y , м	вы- сота раз- вала, H_p , м	ширина развала, B_p , м	ши- рина взрыв- ной заход- ки, B_0 , м	ши- рина заход- ки экска- ватора (за- боя), Δ_3 , м	угол откоса, град		$R_{цз}$, м	$R_{ц.м.ч.}$, м	R_1 , м	R_2 , м	$H_{сп}$, м
										забоя, F	усту- па, Δ					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	Вскрышной	12	70	Экскаваторный (нехлопата)	10		Без БВР	-	13	65	70	9,04				
	Склад руды	10	60	Экскаваторный (драглайн)	30		Без БВР	-	25	40	65		71,4			
2	Рудный	12	75	Экскаваторный (нехлопата)	15	16	26	17	13	70	80	13,5				
	Отвал	25	55	Экскаваторный (нехлопата)	15		Без БВР	-	20	60	65	13,5				
3	Словный (руда и поро- да)	7,5	78	Экскаваторный (ротормый)	10		Без БВР	-	20	60	60			15	16	2
	Отвал	30	55	бульдозерный	7		Без БВР	-	30	20	65					
4	Вскрышной	15	75	бульдозерный	5		Без БВР	-	30	10	65					
	Склад руды	12	55	Экскаваторный (драглайн)	35		Без БВР	-	25	30	60		83,0			
5	Рудный	12	80	Экскаваторный (ротормый)	17		Без БВР	-	25	60	60			21	24	4
	Отвал	25	90	Экскаваторный (драглайн)	40		Без БВР	-	35	35	55		91,5			
6	Вскрышной	20	80	Бульдозерный	3		Без БВР	-	25	10	65					
	Склад руды	10	50	Экскаваторный (нехлопата)	12	15	45	30	15	50	80	12,6				

Продолжение табл. П.1.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
7	Сложный	7,5	70	Экскаваторный (драглайн)	40		Без БВР	-	35	30	60		94,8			
	Вскрышной	35	50	Экскаваторный (роторный)	15	15	Без БВР	-	24	55	55			21	24	
8	Рудный	15	75	Экскаваторный (мехлопата)	12		Без БВР	-	20	60	65	13,5				
	Отвал	30	55	Экскаваторный (мехлопата)	12		Без БВР	-	18	45	70	12,6				
9	Вскрышной	12	60	Экскаваторный (драглайн)	30		Без БВР	-	30	40	65		71,4			
	Склад руды	10	50	Экскаваторный (мехлопата)	15		Без БВР	-	14	55	60	14,3				
10	Рудный	12	80	Бульдозерный	5		Без БВР	-	35	10	65					
	Отвал	25	55	Экскаваторный (роторный)	17		Без БВР	-	28	60	65	14,3				
11	Вскрышной	15	65	Экскаваторный (мехлопата)	15	18	45	32	15	55	75	14,3				
	Склад руды	12	50	Экскаваторный (мехлопата)	12		Без БВР	-	16	50	80	12,6				
12	Рудный	15	80	Экскаваторный (драглайн)	40	40	Без БВР	-	30	30	60		91,5			
	Отвал	25	55	Экскаваторный (мехлопата)	15	15	Без БВР	-	20	55	65	15,2				
13	Сложный	7,5	65	Экскаваторный (мехлопата)	15	18	36	24	12	55	75	14,3				
	Склад руды	10	50	Бульдозерный	5		Без БВР	-	35	15	65					
14	Вскрышной	20	80	Экскаваторный (роторный)	16		Без БВР	-	25	60	60			18	24	8
	Склад руды	15	55	Экскаваторный (мехлопата)	12		Без БВР	-	9	45	70	12,6				
15	Рудный	20	75	Бульдозерный	10		Без БВР	-	40	18	65					
	Отвал	20	55	Экскаваторный (мехлопата)	12		Без БВР	-	13	55	65	12,6				
16	Сложный	7,5	80	Бульдозерный	10	10	Без БВР	-	40	20	60					
	Отвал	25	50	Экскаваторный (драглайн)	30		Без БВР	-	25	30	60		71,4			

Продолжение табл. П.1.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
17	Вскрышной	15	75	Экскаваторный (мехлопата)	12	14	36	24	18	45	70	12,6				
	Склад руды	15	55	Экскаваторный (мехлопата)	15		Без БВР	-	22	55	65	15,2				
18	Рудный	15	80	Бульдозерный	7		Без БВР	-	35	20	65					
	Отвал	25	50	Экскаваторный (роторный)	20		Без БВР	-	34	60	60			29	33	5
19	Вскрышной	20	80	Экскаваторный (драглайн)	45		Без БВР	-	25	35	60		91,5			
	Склад руды	10	60	Бульдозерный	5	5	Без БВР	-		15	60					
20	Сложный	10	70	Экскаваторный (мехлопата)	15	12	28	6	12	55	75	14,3				
	Отвал	30	50	Бульдозерный	5		Без БВР	-		17	65					
21	Рудный	12	70	экскаваторный (мехлопата)	15	15	28	8	14	55	75	14,3				
	Отвал	35	50	Экскаваторный (драглайн)	40		Без БВР	-	30	45	65		91,5			
22	Вскрышной	12	65	Экскаваторный (драглайн)	30		Без БВР	-	25	45	60		83,0			
	Склад руды	12	50	Экскаваторный (мехлопата)	10		Без БВР	-	8	55	65	9,04				
23	Рудный	15	70	экскаваторный (драглайн)	40		Без БВР	-	35	45	65		91,5			
	Отвал	25	50	Экскаваторный (роторный)	18		Без БВР	-	27	65	65			18	26	8
24	Вскрышной	20	80	Экскаваторный (мехлопата)	15	18	60	30	20	55	80	14,3				
	Склад руды	12	55	Бульдозерный	3		Без БВР	-	40	10	60					
25	Рудный	15	65	Экскаваторный (мехлопата)	10		Без БВР	-	12	55	65	9,04				
	Отвал	25	50	Экскаваторный (мехлопата)	15	12	28	6	14	50	80	14,3				
26	Сложный	12	70	Экскаваторный (драглайн)	30	30	Без БВР	-	25	45	65		71,4			
	Склад руды	10	50	Бульдозерный	5		Без БВР	-	20	20	55					

Окончание табл. П.1.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
27	Рудный	15	80	Бульдозерный	7		Без БВР	-	25	18	60					
	Отвал	15	55	Экскаваторный (ротаторный)	16		Без БВР	-	25	65	65			18	26	8
28	Вскрышной	15	75	Экскаваторный (драглайн)	40		Без БВР	-	30	45	60		83,5			
	Склад руды	10	50	Экскаваторный (мехлопата)	12	9	24	7	12	45	70	12,6				
29	Сложный	7,5	70	Экскаваторный (мехлопата)	10		Без БВР	-	12	50	60	9,04				
	Склад руды	10	50	Бульдозерный	7		Без БВР	-	30	8	55					
30	Рудный	15	80	Экскаваторный (мехлопата)	15		Без БВР	-	12	55	60	15,2				
	Отвал	40	50	Экскаваторный (мехлопата)	12	14	48	32	16	45	70	12,6				

Таблица П.1.2

Графическое изображение траншей и съездов

Номер варианта	Горизонтальная траншея								Наклонная траншея					
	тип траншей	уклон ко-со-го-ра, γ , град	внешний радиус серпантин-ны, $R_{вн}$, м	ра-диус по-во-рота трас-сы, R , м	глу-бина тран-шей, $H_{тр}$, м	ши-рина тран-шей, $B_{тр}$, м	дли-на тран-шей, $L_{тр}$, м	угол откоса борта тран-шей, β , град	тип траншей	ши-рина тран-шей, $B_{тр}$, м	уклон тран-шей, i , %	число вскрыва-емых уступов, ед.	высота уступа, $H_у$, м	угол откоса борта тран-шей, β , град
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	На косогоре	10			20	25		65	Съезд	25	4	1	10	75
	Внутри карьера				15	25	500	70	Крутая траншея	22	32	3	10	60
2	Серпантин	40	45	30		25		75	Внешняя траншея	25	6	1	12	50
	На косогоре	15				25	30	350	Съезд	30	8	1	10	65
3	На косогоре	12				10	18	400	Внешняя траншея	18	4	1	15	60
	Серпантин	35	60	35		30		70	Крутая траншея	25	27	3	17	70
4	Серпантин	45	60	35		25		80	Внешняя груп-повая траншея	25	4	2	10	70
	Внутри карьера					10	35	500	Съезд	35	10	1	15	75

Продолжение табл. П.1.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
5	Серпантина	30	45	30		20		70	Съезд	20	6	1	12	50
6	На косогоре	13			20	30		60	Внешняя групповая траншея	30	4	3	10	55
	Внутри карьера				15	30	700	70	Крутая траншея	24	27	8	12	60
7	Внутри карьера				10	22	500	80	Съезд	25	10	1	15	75
	Серпантина	60	50	30		22		75	Крутая траншея	25	32	6	12	75
8	На косогоре	10			17	28		55	Внешняя траншея	30	8	1	15	75
	Серпантина	50	50	30		30		70	Съезд	30	10	1	12	65
9	На косогоре	8			12	25		60	Внешняя траншея	24	4	1	15	60
	Внутри карьера				15	22	550	65	Крутая траншея	22	32	4	12	65
10	Серпантина	30	45	30		25		75	Внешняя групповая траншея	22	4	2	10	70
	На косогоре	11			17			60	Съезд	22	4	1	20	55
11	Внутри карьера				10	30	100	75	Съезд	26	6	1	20	75
	Серпантина	50	60	35		25		75	Внешняя групповая траншея	26	6	3	12	60
12	Внутри карьера				15	22	200	65	Внешняя траншея	28	8	1	17	65
	На косогоре	12			25	30		50	Крутая траншея	24	32	6	12	50
13	Серпантина	45	50	30		28		65	Съезд	30	8	1	15	60
	На косогоре	12				28		50	Крутая траншея	24	27	5	15	55
14	Внутри карьера				12	22	700	70	Внешняя траншея	32	8	1	12	60
	Серпантина	30	50	35		30		75	Съезд	30	8	1	12	75
15	На косогоре	15			15	25		60	Съезд	30	10	1	10	75
	Серпантина	45	50	35		30		70	Крутая траншея	22	27	4	10	60
16	Внутри карьера				15	22	250	65	Внешняя траншея	22	4	1	15	65
	Серпантина	35	50	35		25		70	Съезд	24	6	1	15	70
17	Внутри карьера				12	25	300	80	Внешняя траншея	24	6	1	17	70
	На косогоре	10			17	28		75	Крутая траншея	24	32	6	12	65
18	На косогоре	15			25	30		60	Внешняя групповая траншея	25	4	2	12	65
	Серпантина	40	50	35		25		65	Съезд	22	4	1	12	80

Окончание табл. П.1.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
19	Серпантина	60	60	40		25		75	Съезд	28	8	1	15	75
	Внутри карьера				17	22	700	70	Внешняя траншея	28	8	1	20	60
20	Внутри карьера				7,5	22	450	65	Внешняя траншея	25	6	1	20	60
	На косогоре	12			20	30		50	Крутая траншея	24	27	8	15	55
21	На косогоре	8			12	30		55	Съезд	24	8	1	20	70
	Внутри карьера				10	28	500	75	Крутая траншея	22	27	8	10	65
22	На косогоре	8			10	25		50	Внешняя траншея	30	8	1	15	60
	Внутри карьера				12	25	700	80	Съезд	28	8	1	17	70
23	Серпантина	50	60	40		28		75	Съезд	30	8	1	12	70
	На косогоре	10			15	24		55	Крутая траншея	24	32	7	12	60
24	На косогоре	8			15	24		70	Внешняя траншея	26	8	1	15	65
	Серпантина	40	50	30		24		75	Съезд	26	10	1	12	75
25	Серпантина	60	70	40		25		65	Внешняя траншея	22	4	1	17	60
	Внутри карьера				10	30	300	75	Крутая траншея	22	32	4	8	55
26	Серпантина	30	60	35		25		75	Внешняя групповая траншея	20	4	3	10	75
	На косогоре	8			12	25		65	Съезд	22	6	1	15	80
27	На косогоре	10			12	30		75	Съезд	28	10	1	17	80
	Внутри карьера				7	30	600	65	Внешняя траншея	30	8	1	17	70
28	Внутри карьера				15	30	600	75	Внешняя групповая траншея	24	6	3	12	60
	Серпантина	30	50	30		25		80	Крутая траншея	24	27	5	12	60
29	На косогоре	12			15	25		63	Съезд		8	1	15	70
	Серпантина	50	60	35		30		75	Крутая траншея	22	32		15	55
30	На косогоре	15			25	25		58	Внешняя траншея	26	8	1	17	60
	Внутри карьера				20	25	500	70	Съезд	26	8	1	17	70
31	Серпантина	55	50	30		25		80	Съезд	28	8	1	15	70
	На косогоре	15			22	25		60	Крутая траншея	22	32	6	12	65
32	Внутри карьера				10	30	280	70	Внешн. траншея	24	4	1	17	65
	Серпантина	55	40	25		23		70	Съезд	26	6	1	12	70

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ К ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ № 2
«Определение объема капитальных траншей»

Вариант	h_T , м	b_T , м	i , ед.	α_T , град	Исследуемая зависимость
1	5	10	0,025	35	$V_T = f(b_T)$
2	6	12	0,030	40	$V_T = f(\alpha_T)$
3	8	16	0,040	41	$V_T = f(h_T)$
4	16	50	0,060	65	$V_T = f(i)$
5	15	22	0,055	25	$V_T = f(\alpha_T)$
6	35	29	0,060	50	$V_T = f(b_T)$
7	45	26	0,080	65	$V_T = f(\alpha_T)$
8	55	10	0,100	35	$V_T = f(h_T)$
9	54	18	0,110	37	$V_T = f(i)$
10	18	11	0,035	34	$V_T = f(\alpha_T)$
11	41	22	0,085	62	$V_T = f(h_T)$
12	26	17	0,036	40	$V_T = f(i)$
13	37	44	0,085	43	$V_T = f(h_T)$
14	19	23	0,040	38	$V_T = f(i)$
15	82	30	0,120	49	$V_T = f(b_T)$
16	66	38	0,066	62	$V_T = f(\alpha_T)$
17	45	34	0,040	51	$V_T = f(h_T)$
18	75	40	0,080	45	$V_T = f(h_T)$
19	67	20	0,080	37	$V_T = f(i)$
20	25	25	0,035	30	$V_T = f(b_T)$

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ К ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ № 3
«Определение объема, размеров, производительности и срока службы карьера, запасов полезного ископаемого коэффициента вскрыши»

Вариант	L , м	M , м	H_k , м	h_n , м	$\rho_{п.и.}$, т/м ³	$\gamma_{ср.}$, град	η_n	$P_{п.и.}$, млн т/год
1	1200	300	350	45	2,8	40	0,92	10,7
2	1500	400	460	40	2,9	39	0,93	20,9
3	1700	500	170	20	3,0	38	0,94	12,8
4	1600	450	280	30	3,1	36	0,92	16,1
5	1400	350	390	40	3,2	35	0,93	14,0
6	1300	250	200	20	3,3	34	0,94	6,1
7	1900	550	210	30	3,2	33	0,93	17,9
8	1800	180	220	40	3,1	32	0,94	5,8
9	1900	280	330	30	3,0	31	0,95	15,4
10	2000	380	240	10	2,9	40	0,96	15,1
11	2200	200	450	25	3,1	41	0,97	20,0
12	1300	100	210	40	3,4	42	0,92	2,5
13	1500	250	180	15	2,1	43	0,93	4,5
14	1900	150	250	30	2,8	44	0,94	5,7
15	1200	230	320	45	2,7	45	0,92	7,9
16	1800	210	280	20	2,5	44	0,94	9,1
17	2200	190	345	25	3,0	43	0,95	13,2
18	1900	245	360	35	1,9	40	0,92	8,7
19	2100	320	500	10	2,7	39	0,93	9,9
20	1600	195	370	12	2,5	38	0,95	9,7

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ К ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ № 4
«Расчет заряда одиночной скважины»

Расчет проводится для станков шарошечного бурения (СБШ), пород II – IV классов по буримости и взрываемости, III – IV категорий по трещиноватости, сухих вертикальных скважин, сплошных колонковых зарядов.

Вариант	d_d , мм	f	H_y , м	α_p , град	Тип ВВ	Δ , кг/дм ³	q' , кг/м ³	$K_{ВВ}$	α_y , град
1	214	9,7	10	65	Граммонит 79/21	0,9	0,85	1,00	55
2	190	8,0	10	70	Граммонит 79/21	0,9	0,80	1,00	55
3	243	14,0	12	65	Граммонит 79/21	0,9	0,95	1,00	55
4	320	15,9	12	70	Граммонит 79/21	0,9	1,10	1,00	55
5	243	12,0	15	70	Ифзанит Т-80	1,0	0,90	1,08	55
6	214	8,7	15	75	Ифзанит Т-80	1,0	0,80	1,08	55
7	320	14,5	18	75	Ифзанит Т-80	1,0	1,20	1,08	55
8	214	9,0	18	80	Ифзанит Т-80	1,0	0,85	1,08	55
9	190	8,5	10	75	Игданит	1,0	0,80	1,13	55
10	269	11,4	15	80	Игданит	1,0	0,90	1,13	55
11	320	16,4	20	65	Граммонит 50/50	1,0	1,20	1,01	55
12	320	15,2	10	70	Граммонит 50/50	1,0	1,20	1,01	55
13	269	11,2	15	65	Граммонит 50/50	1,0	1,15	1,01	55
14	190	8,0	20	70	Граммонит 50/50	1,0	0,75	1,01	55
15	269	10,0	12	70	Ифзанит	1,0	0,80	1,08	55
16	190	16,0	10	80	Ифзанит	1,0	1,20	1,08	55
17	320	16,4	12	65	Ифзанит	1,0	1,20	1,08	55
18	214	14,5	20	70	Граммонит 79/21	0,9	1,15	1,00	55
19	269	15,0	15	70	Граммонит 79/21	0,9	1,20	1,00	55
20	214	8,0	20	75	Граммонит 79/21	0,9	0,80	1,00	55

Приложение 5

Значение коэффициента $k_{p,к}$ в зависимости от крепости пород

Крепость пород, f	2	4	6	8 - 10	12 - 14	16
$k_{p,к}$	1,00	1,05	1,04	1,037 - 1,031	1,03 - 1,021	1,02

Приложение 6

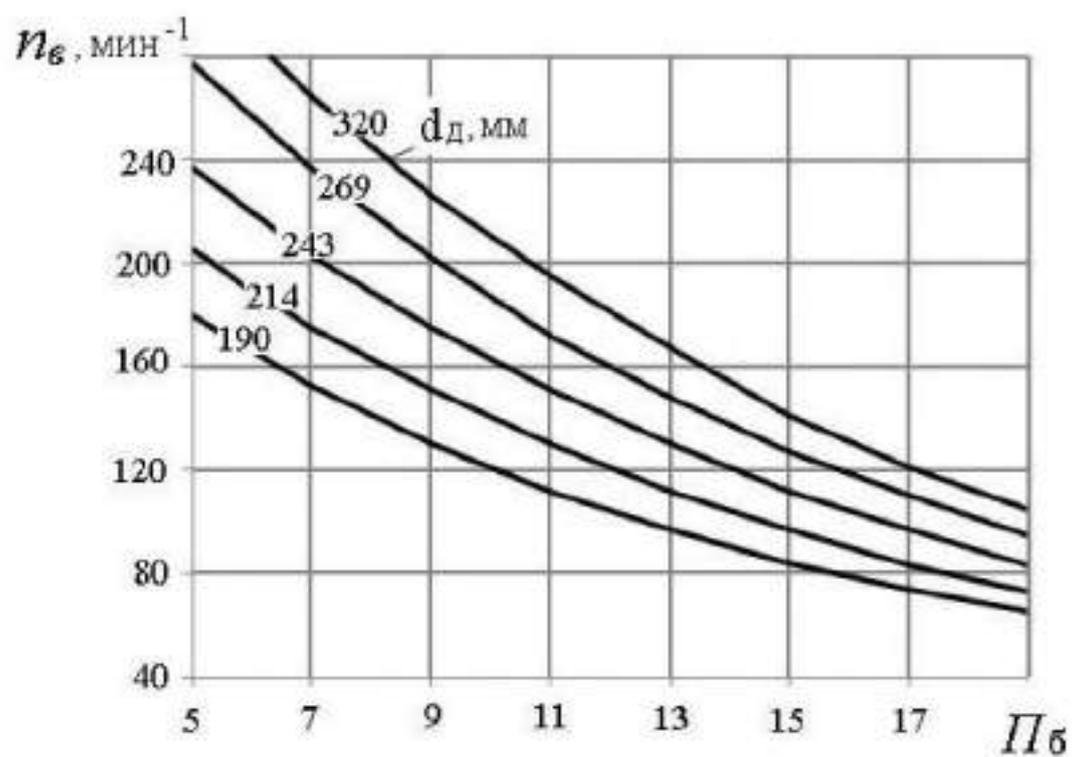
Значение коэффициента k_2

Время замедления, τ , мс	0	10	25	50	75 и более
k_2	1	0,95	0,90	0,85	0,80

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ К ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ № 5
«Расчет производительности бурового станка»

Вариант	d_d , мм	$\sigma_{сж}$, МПа	$\sigma_{сд}$, МПа	ρ , т/м ³	$T_{сн}$, ч/смен	T_b , ч/м	$(T_{п.з} + T_p)$, ч/смен
1	214	97	13	3,4	8	0,03	0,5
2	190	80	9	3,0	12	0,03	0,7
3	243	140	14	3,8	8	0,04	0,6
4	320	159	16	2,7	12	0,04	0,7
5	243	120	10	2,5	8	0,05	0,5
6	214	87	10	3,9	12	0,05	0,7
7	320	145	17	3,7	8	0,03	0,6
8	214	90	10	2,7	12	0,03	0,7
9	190	95	17,5	2,8	8	0,04	0,5
10	269	113,5	8,5	2,9	12	0,04	0,7
11	320	164	8,5	3,1	8	0,05	0,6
12	320	152	9	4,0	12	0,05	0,7
13	269	112	14	3,4	8	0,03	0,5
14	190	80	8	2,3	12	0,03	0,7
15	269	100	15	2,4	8	0,04	0,6
16	190	160	10	3,2	8	0,03	0,7
17	320	164	9	2,7	12	0,04	0,6
18	214	145	16	2,3	8	0,03	0,5
19	269	150	15	3,1	12	0,04	0,7
20	214	80	12	2,5	8	0,05	0,6

Зависимость оптимальной скорости вращения $n_{\text{с}}$ бурового става станков СБШ от $\Pi_{\text{б}}$ и $d_{\text{д}}$



Значение коэффициента k в зависимости от показателя буримости горных пород

$\Pi_{\text{б}}$	≥ 8	10	12	14	16	18
k	0,700	0,725	0,750	0,775	0,800	0,825

**ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТОВ К ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ № 6
«Расчет производительности карьерных экскаваторов»**

Вариант	Модель экскаватора	Категория пород по трудности экскавации	β , град	$T_{см}$, ч/смен	$n_{г}$, дней/год	Вид транспорта	k_p
1	ЭКГ-3,2	III	90	8	260	Авто	0,75
2	ЭКГ-5А	IV	130	12	260	Ж-д.	0,60
3	ЭКГ-8И	V	120	8	250	Авто	0,72
4	ЭКГ-6,3УС	III	100	12	250	Ж-д.	0,63
5	ЭКГ-5А	IV	120	8	250	Авто	0,74
6	ЭКГ-8И	V	130	12	250	Ж-д.	0,68
7	ЭКГ-6,3УС	III	120	8	250	Авто	0,75
8	ЭКГ-12,5	IV	110	12	230	Ж-д.	0,65
9	ЭКГ-3,2	V	90	8	260	Авто	0,73
10	ЭКГ-5А	III	120	12	240	Ж-д.	0,68
11	ЭКГ-6,3УС	IV	130	8	240	Авто	0,75
12	ЭКГ-8И	V	140	12	240	Ж-д.	0,63
13	ЭКГ-12,5	III	150	8	250	Авто	0,73
14	ЭКГ-20	IV	90	12	230	Ж-д.	0,64
15	ЭКГ-5А	V	120	8	240	Авто	0,74
16	ЭКГ-3,2	III	110	12	260	Ж-д.	0,65
17	ЭКГ-5А	IV	115	8	240	Авто	0,75
18	ЭКГ-6,3УС	V	140	12	250	Ж-д.	0,68
19	ЭКГ-8И	III	95	8	240	Авто	0,74
20	ЭКГ-12,5	IV	115	12	250	Ж-д.	0,63

**Коэффициенты разрыхления пород в ковше экскаватора
и наполнении ковша (по ЕНВ)**

Категория пород по трудности экскавации	Плотность пород в тележке ρ , т/м ³	k_p	k_n
I	1,6	1,15	1,05
II	1,8	1,25	1,05
III	2,0	1,35	0,95
IV	2,5	1,50	0,90
V	3,5	1,60	0,90

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТОВ К ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ № 7
«Определение производительности карьерных автосамосвалов»

Вариант	Категория пород (по ЕНВ)	Параметры трассы		Последующая зависимость
		L , км	H_n , м	
1	I	1,2	20	$Q_s = f(L)$
2	II	4,0	80	$Q_n = f(H_n)$
3	III	1,4	40	$Q_s = f(L)$
4	IV	3,8	20	$Q_n = f(H_n)$
5	V	1,6	60	$Q_n = f(L)$
6	I	3,6	200	$Q_n = f(H_n)$
7	II	1,8	100	$Q_s = f(L)$
8	III	3,4	120	$Q_n = f(H_n)$
9	IV	2,0	60	$Q_s = f(L)$
10	V	3,2	140	$Q_n = f(H_n)$
11	I	2,2	80	$Q_s = f(L)$
12	II	3,0	140	$Q_n = f(H_n)$
13	III	2,4	140	$Q_s = f(L)$
14	IV	2,8	60	$Q_n = f(H_n)$
15	V	2,6	160	$Q_n = f(L)$
16	I	4,0	200	$Q_n = f(H_n)$
17	II	1,0	20	$Q_n = f(L)$
18	III	1,4	60	$Q_n = f(H_n)$
19	IV	1,8	80	$Q_s = f(L)$
20	V	3,6	220	$Q_n = f(H_n)$

Техническая характеристика карьерных автосамосвалов БелАЗ

Показатель	Модель автосамосвала				
	БелАЗ - 7540	БелАЗ - 7548	БелАЗ - 7549	БелАЗ - 7514	БелАЗ - 7521
Грузоподъемность, q_d , т	30,0	42,0	80,0	120,0	180,0
Собственная масса, G_0 , т	21,9	29,5	67,0	95,0	163,0
Геометрическая вместимость кузова, V_k , м ³	15,0	21,0	35,0	47,0	84,0
Вместимость кузова «с шапкой», V'_k , м ³	18,0	26,0	46,0	61,0	110,0
К. п. д. трансмиссии, η_T	0,70	0,70	0,78	0,77	0,77
Мощность двигателя, N_d , кВт	310	368,0	809	1029,0	1691
Продолжительность, мин					
маневровых операций при установке на погрузку, $t_{м.п}$	0,50	0,59	0,64	0,70	0,87
маневровых операций при установке на разгрузку, $t_{м.р}$	0,54	0,64	0,69	0,76	0,94
разгрузки, t_p	0,67	0,78	1,00	1,17	1,51
Ширина проезжей части автодороги при двухполосном движении, T , м	10,5	11,5	14,5	16,0	19,0

Значение коэффициента технической готовности автосамосвалов ($k_{т.г}$)

Грузоподъемность автосамосвала, т	Значение $k_{т.г}$ при суточном пробеге, L_c , км						
	50	100	150	200	250	300	350
30 – 42	0,94	0,83	0,84	0,80	0,76	0,73	0,70
80	0,93	0,86	0,81	0,76	0,72	0,69	0,64
110 – 180	0,92	0,86	0,81	0,76	0,72	0,68	0,64

Среднетехнические скорости движения карьерных автосамосвалов ($v_{ср.т}$), км/ч

Расстояние, L , км	Высота подъема горной массы, $H_{п}$, м												
	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240
1,0	22,7	21,1	18,4	16,0									
1,2	23,9	21,8	19,5	17,5	15,8								
1,4	24,1	22,0	20,0	18,3	16,7								
1,6	24,7	22,5	20,6	19,0	17,6	16,3							
1,8	25,3	23,3	21,5	19,9	18,6	17,4	16,2						
2,0	26,0	24,0	22,3	20,8	19,5	18,3	17,2						
2,2	26,7	24,8	23,1	21,7	20,4	19,2	18,1	17,2					
2,4	27,3	25,5	23,9	22,5	21,2	20,0	19,0	18,0	17,2				
2,6	27,9	26,2	24,6	23,2	22,0	20,8	19,8	18,9	17,9	17,2			
2,8	28,6	26,9	25,4	24,0	22,7	21,6	20,6	19,6	18,8	18,0			
3,0	29,2	27,5	26,1	24,7	23,5	22,4	21,3	20,4	19,5	18,7	18,0		
3,2	29,7	28,2	26,7	25,3	24,2	23,2	22,0	21,1	20,2	19,4	18,6		
3,4	30,4	28,8	27,4	26,1	24,9	23,7	22,7	21,8	20,9	20,1	19,2	18,2	
3,6	31,0	29,4	28,0	26,7	25,5	24,4	23,4	22,5	21,6	20,8	19,6	18,7	17,7
3,8	31,6	30,0	28,6	27,4	26,1	25,1	24,1	23,1	22,3	21,4	20,2	19,4	18,4
4,0	32,0	30,6	29,2	28,0	26,8	25,7	24,7	23,8	22,9	22,1	20,9	20,0	19,2

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ К ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ № 8
«Конструкция рабочего и нерабочего бортов карьера»

Вариант	H_c , м	H_{cp}	α , град	α_{cp} , град	h_c , м	λ , ед	Исследуемая зависимость φ от следующих параметров
1	10	3	65	55	16	0,08	$\varphi = f(H_c)$
2	10	4	70	55	12	0,04	$\varphi = f(Ш_{pн})$
3	12	5	65	52	15	0,06	$\varphi = f(H_c)$
4	12	3	70	64	20	0,03	$\varphi = f(Ш_{pн})$
5	15	4	70	60	15	0,04	$\varphi = f(H_c)$
6	15	5	75	67	18	0,06	$\varphi = f(Ш_{pн})$
7	18	3	75	70	12	0,03	$\varphi = f(H_c)$
8	18	4	80	70	10	0,04	$\varphi = f(Ш_{pн})$
9	10	5	75	68	15	0,06	$\varphi = f(H_c)$
10	15	3	80	69	16	0,03	$\varphi = f(Ш_{pн})$
11	20	4	65	57	12	0,04	$\varphi = f(H_c)$
12	10	5	70	60	13	0,06	$\varphi = f(Ш_{pн})$
13	15	3	65	57	10	0,03	$\varphi = f(H_c)$
14	20	4	70	65	15	0,04	$\varphi = f(Ш_{pн})$
15	12	5	70	59	16	0,06	$\varphi = f(H_c)$
16	10	3	80	68	17	0,03	$\varphi = f(Ш_{pн})$
17	12	4	65	58	18	0,04	$\varphi = f(H_c)$
18	20	5	70	60	15	0,06	$\varphi = f(Ш_{pн})$
19	15	3	70	60	12	0,08	$\varphi = f(H_c)$
20	20	4	75	60	13	0,04	$\varphi = f(Ш_{pн})$

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ К ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ № 9
«Расчет бульдозерного отвалобразования
при автомобильном транспорте»

Вариант	W, млн м ³	Π _в ^Г , млн м ³ /год	Характеристика складываемых пород	
			тип	ρ, т/м ³
1	160	8,0	Рыхлые	1,6
2	180	9,0	Полускальные	1,8
3	200	10,0	Полускальные	2,0
4	220	11,0	Скальные	2,5
5	120	5,0	Скальные	3,5
6	140	6,0	Рыхлые	1,6
7	185	7,5	Полускальные	1,8
8	260	12,5	Полускальные	2,0
9	170	8,5	Скальные	2,5
10	210	9,5	Скальные	3,5
11	250	13,0	Рыхлые	1,6
12	280	13,5	Полускальные	1,8
13	300	14,0	Полускальные	2,0
14	320	14,5	Скальные	2,5
15	195	9,0	Скальные	3,5
16	100	5,0	Рыхлые	1,6
17	150	7,5	Полускальные	1,8
18	200	9,4	Полускальные	2,0
19	210	8,3	Скальные	2,5
20	240	12,7	Скальные	3,5

Значение коэффициентов k_p^o , $k_{таб}$ и высоты яруса h_n

Породы	h_n , м	Значения коэффициентов	
		k_p^o	$k_{таб}$
Скальные	30 - 60	1,12 - 1,20	0,7
Полускальные, смешанные ...	20 - 40	1,06 - 1,12	0,8
Рыхлые, глинистые	15 - 20	1,05 - 1,07	0,9

Производительность бульдозеров (по данным института Гипроруда)

Тип бульдозера	Сменная (за 8 ч) производительность при дальности перемещения грунта до 10 м в породах, м ³		
	рыхлые	полускальные	скальные
Д-685 на базе Т-100М	1100	950	750
ДЗ-27 на базе Т-130	1500	1300	1000
Д-575 на базе Т-180	1900	1650	1300
ДЗ-118 на базе ДЭТ-250М	2200	1850	1500
ДЗ-159УХЛ на базе Т-50.01	4740	4000	3230
D10N (фирма «Катерпиллер»)	3730	3130	2536
D11N (фирма «Катерпиллер»)	5510	4630	3750



Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

А. М. Вандышев, В. В. Потапов

ОСНОВЫ ГОРНОГО ДЕЛА. ПОДЗЕМНАЯ ГЕОТЕХНОЛОГИЯ

Учебно-методическое пособие

по выполнению практических работ по дисциплине

«Основы горного дела»

для студентов специальности 21.05.04 Горное дело специализации

«Электрификация и автоматизация горного производства»

Екатеринбург
2019

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Уральский государственный горный университет»**

Одобрено
Методической комиссией
горно-технологического факультета
« 24 » сентября 2019 г.
Председатель комиссии


_____ Колчина Н. В.
(подпись)

А. М. Вандышев, В. В. Потапов

**ОСНОВЫ ГОРНОГО ДЕЛА.
ПОДЗЕМНАЯ ГЕОТЕХНОЛОГИЯ**

Учебно-методическое пособие
по выполнению практических работ по дисциплине
«Основы горного дела»
для студентов специальности 21.05.04 Горное дело специализации
«Электрификация и автоматизация горного производства»

УДК 622.34
В 17

Рецензент: Беркович В. Х., канд. техн. наук, доцент кафедры ГД
(ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный
университет»)

Учебно-методическое пособие рассмотрено на заседании кафедры горного дела
19 сентября 2019 (протокол № 1-19/20) и рекомендовано для издания в УГГУ.

Вандышев А. М. , Потапов В. В.

В 17 ОСНОВЫ ГОРНОГО ДЕЛА. ПОДЗЕМНАЯ ГЕОТЕХНОЛОГИЯ. Учебно-методическое пособие по выполнению практических работ по дисциплине «Основы горного дела» для студентов специальности 21.05.04 Горное дело специализации «Электрификация и автоматизация горного производства»

Изложены теоретические основы, методические указания и задания по практическим работам. Приведены примеры выполнения работ. Учебное пособие составлено в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 21.05.04 Горное дело. дело специализации «Электрификация и автоматизация горного производства»

© Уральский государственный
горный университет, 2019
© Вандышев А. М., 2019
Потапов В. В., 2019

1. ИЗУЧЕНИЕ ФОРМ И ЭЛЕМЕНТОВ ЗАЛЕГАНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Цель работы. Закрепление и углубление знаний студентов по условиям и элементам залегания угольных пластов, а также принятие студентам навыков по определению основных параметров залегания полезных ископаемых.

Теоретические основы выполнения работы.

По форме залегания месторождения твердых полезных ископаемых подразделяются на правильные и неправильные.

К правильным месторождениям относятся пласты (рис. 1.1, *a*) и пластообразные залежи.

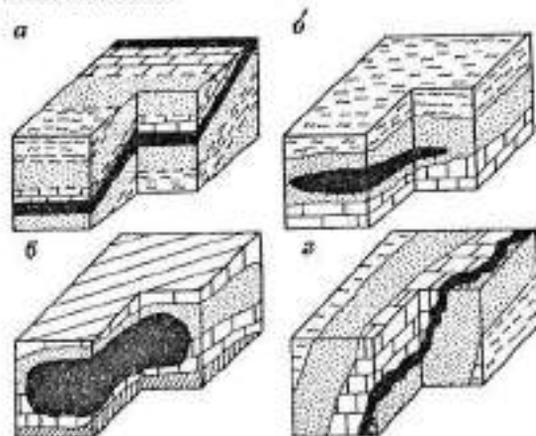


Рис. 1.1. Форма залегания полезных ископаемых в недрах:

a – пласт; *b* – линза; *в* – гнездо; *г* – жила

Пластом называется плитообразная залежь, имеющая значительное распространение в земной коре и ограниченная двумя более или менее параллельными плоскостями. Весьма тонкие пласты, не разрабатываемые вследствие малой мощности (до 0,4 м), называются прослойками. Плоскости соприкосновения пластов отдельных пород называются плоскостями напластования.

Породы, залегающие над пластом полезного ископаемого, называются кровлей или висячим боком, залегающие ниже пласта, — почвой или лежачим боком.

Пласты могут иметь однородное (простое) и сложное строение (рис. 1.2). Тонкие слои пустой породы, заключенные в пласте, называются прослойками.

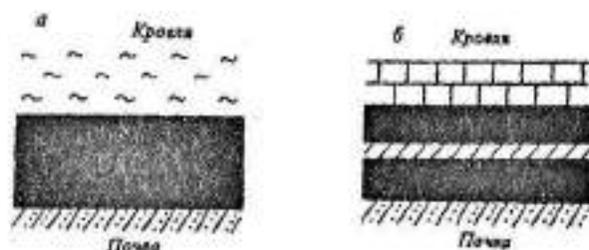


Рис. 1.2. Строение пластов:
а — простое; б — сложное

Правильную форму залегания обычно имеют месторождения полезных ископаемых осадочного происхождения (уголь, горючие сланцы, различные соли, гипс, марганцевые руды и т. п.).

Часть пласта, выходящая на земную поверхность или находящаяся неглубоко от нее под наносами, называется выходом пласта под наносы. Пласты угля залегают согласно, если они в земной коре расположены параллельно друг другу. Несколько согласно залегающих пластов составляют свиту.

К неправильным месторождениям относятся линзы (рис. 1.1, б), гнезда (рис. 1.1, в), жилы (рис. 1.1, г). Неправильную форму залегания имеют, как правило, рудные месторождения.

Жилой называется заполненная минеральным веществом трещина в земной коре. Жилы бывают простые и сложные. Ответвления от жил называют апофизами.

Такие формы залегания, как линзы, гнезда, штоки, представляют собой полости в земной коре, заполненные минеральным веществом. Они отличаются друг от друга формой и размерами. Такую форму залегания имеют месторождения железных, медных, полиметаллических и других руд.

Пласты горных пород в период образования залегали более или менее горизонтально, но под действием тектонических (горообразовательных) процессов, протекавших в земной коре, первоначальное залегание пород нарушалось в той или иной степени. В некоторых районах пласты оказались собранными в складки. Они могут занимать любое положение в земной коре.

Нарушения нормального залегания пластов называются дислокациями. Дислокации без разрыва сплошности называются пликативными, с разрывом сплошности – дизъюнктивными.

К пликативным нарушениям относятся утолщения и утонения пластов, а также складчатость (рис. 1.3).

В разрезе складки в горизонтальной плоскости в центре расположено **ядро**, а вокруг – боковые части или **крылья** складки. Если в ядре залегают более молодые породы, чем в крыльях, то складку называют синклиальной или сокращенно **синклиналью** (см. рис. 1.3, а).

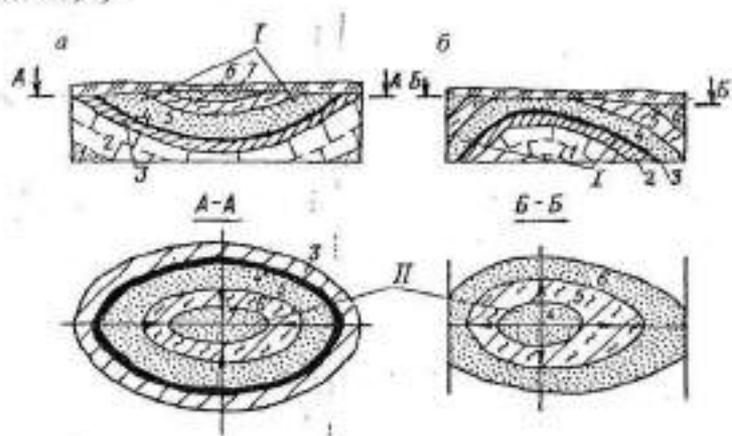


Рис. 1.3. Синклиальная (а) и антиклиальная (б) складки угольного пласта и вмещающих пород (стрелками на плане показано падение крыльев складок):

I - крылья складки; II - ядро складки; 1 - 7 - номера слоев горных пород в порядке убывания их геологического возраста

Если ядро складки сформировано более древними породами, чем крылья, то такую складку называют антиклинальной или **антиклиналью** (рис. 1.3, б). В синклинальной складке падение направлено к ядру, в антиклинальной – от ядра к ее краевым частям.

К дизъюнктивным (разрывным) нарушениям относят сброс, взброс, надвиг, сдвиг, грабен, горст. Для дизъюнктивного нарушения характерно наличие поверхности внутри горного массива, по которой произошли разрыв и последующие перемещения блоков сместителя. Породы, залегающие над сместителем, называют его висячим крылом, под сместителем – лежащим крылом. Угол между плоскостью сместителя и горизонтальной плоскостью называют углом падения сместителя.

Сброс образуется в том случае, если породы висячего крыла в результате тектонических движений оказываются опущенными по отношению к породам лежачего крыла (рис. 1.4, а).

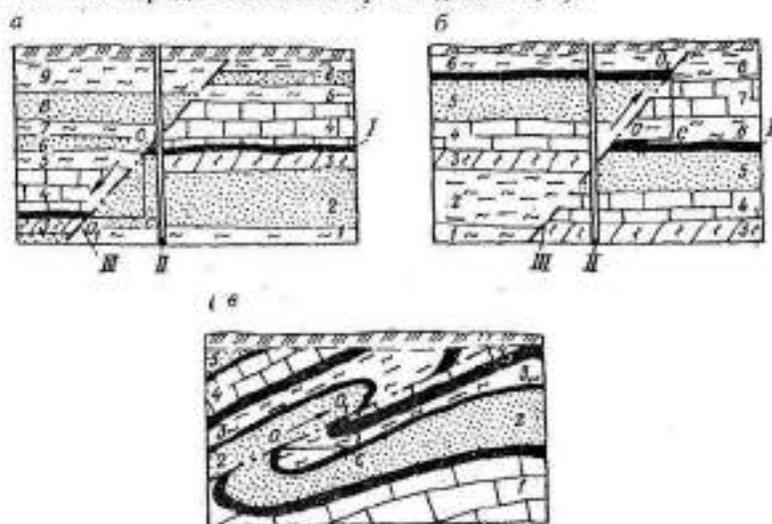


Рис. 1.4. Сброс (а), взброс (б) и надвиг (в) пород:
 1 - 9 - номера слоев горных пород в порядке убывания их геологического
 возраста; I - угольный пласт; II - разведочная скважина; III - след
 плоскости смещения

Взброс – такое разрывное нарушение залегания пласта, когда породы всяческого крыла смещены вверх над породами лежащего крыла (рис. 1.4, б). Плоскость смещения при взбросе называют взбрасывателем. Для безошибочного распознавания типа нарушения следует пронумеровать слои пород и пласты в порядке убывания их геологического возраста и через плоскость смещения мысленно провести вертикальную скважину. При сбросе по линии скважины наблюдается пропуск слоев или пластов, при взбросе – их повторение.

Надвиг – взброс, у которого плоскость взбрасывателя наклонена на угол до 45° при значительном горизонтальном смещении взброшенного крыла (рис. 1.4, в). Сдвиг – разрыв с перемещением (раздвижкой) крыльев в горизонтальном направлении. Грабен и горст представляют собой блокообразное опускание и поднятие горных пород. Каждый из них имеет два разрыва и три крыла.

Перемещение какой-либо точки горных пород от начального ее положения по горизонтали (отрезок A_1M) называют горизонтальной, по вертикали (отрезок AM) – вертикальной амплитудой нарушения. На рис. 1.5 показаны элементы разрывных нарушений: простирание, характеризуемое азимутом линии простирания, и падение, характеризуемое углом падения, азимутом линии падения и амплитудой.

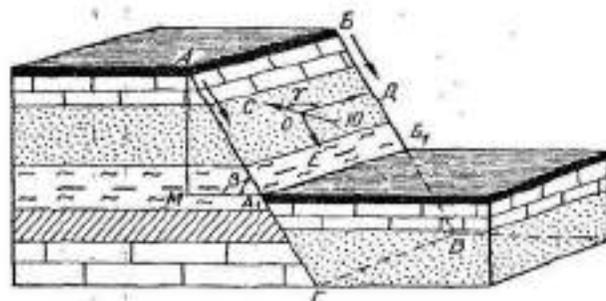


Рис. 1.5. Элементы залегания геологического нарушения пласта типа сброса:

$ABBG$ – плоскость сместителя; OD и OE – соответственно простирание и падение сбрасывателя; AM и MA_1 – соответственно вертикальная и горизонтальная амплитуды нарушения; γ – азимут линии простирания; β – угол падения сбрасывания

Для правильного выбора способа, технологии и средств механизации ведения горных работ важно возможно точнее знать не только форму, простирание, падение и мощность угольных пластов, но и тип, число и элементы залегания геологических нарушений.

Положение пластов в земной коре определяется элементами их залегания. К ним относятся простирание, угол падения и мощность.

Положение пласта в пространстве определяется линией простирания – линией пересечения пласта с любой горизонтальной плоскостью (рис. 1.6). Направление линии простирания в пространстве принято называть простиранием пласта. Так как линия простирания всегда лежит в горизонтальной плоскости, то на плане ее длина изображается без искажений.

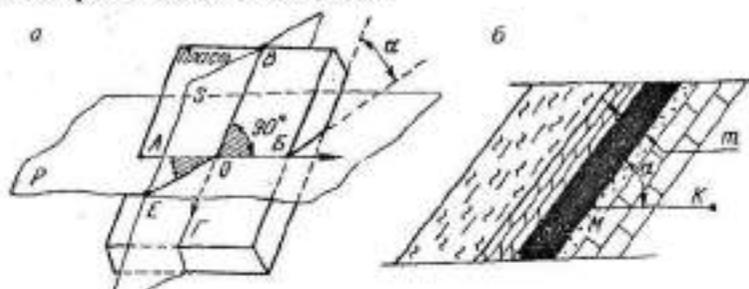


Рис. 1.6. Элементы залегания угольного пласта:

- a* – общий вид; *b* – вертикальный разрез, проведенный перпендикулярно к линии простирания; *P* – горизонтальная плоскость;
- S* – вертикальная плоскость; *EO*, *MK* – линии вкост простирания; α – угол падения; *m* – мощность пласта; $\angle AOE = 90^\circ$

Направление простирания пласта определяется углом, который составляет линия простирания с меридианом.

Линия, лежащая в плоскости пласта перпендикулярно линии простирания, называется линией падения, а само направление этой линии – падением пласта.

Угол, который составляет линия падения пласта с горизонтальной плоскостью, называется углом падения пласта.

В зависимости от формы залегания и способа разработки полезных ископаемых их делят на горизонтальные, пологие, крутонаклонные и крутые (табл. 1.1).

Классификация залежей полезных ископаемых по мощности

Тип пласта (залежи) по мощности	Мощность, м			
	при подземной разработке	угольных пластов		рудных месторождений
		горизонтальные и пологие	наклонные и крутые	
Весьма тонкий	до 0,7	-	-	до 0,6
Весьма малой мощности	-	до 3-5	до 15-25	-
Тонкий	0,71-1,2	-	-	0,6-2
Малой мощности	-	6-20	25-75	-
Средней мощности	1,21-3,5	20-40	75-100	2-5
Мощный	> 3,5	-	-	5-20
Весьма мощный	-	-	-	>20
Большой мощности	-	> 40	>100	-

Содержание и порядок выполнения работы

Первоначально студенты должны ознакомиться с теоретическими основами работы. Затем по планам горных работ они знакомятся с правилами нанесения элементов залегания пластов, изучают их структурные колонки, устанавливают наличие и вид геологических нарушений

При работе с планами и схемами горных работ студенты осуществляют зарисовку структурных колонок пластов, геологических нарушений (по указанию преподавателя) с основными элементами их залегания.

Далее следует ознакомиться с примерами и выполнить соответствующие расчеты для заданных преподавателем условий.

Пример 1. Мощность угольного пласта $m = 2,5$ м, угол падения $\alpha = 20^\circ$. Определить горизонтальную m_h и вертикальную m_v мощности пласта.

Решение.

$$m_t = \frac{2,5}{\sin 20^\circ} = \frac{2,5}{0,342} = 7,2 \text{ м};$$

$$m_n = \frac{2,5}{\cos 20^\circ} = \frac{2,5}{0,946} = 2,6 \text{ м}.$$

Пример 2. Из данных геологоразведочных работ известны значения вертикальной мощности $m_v = 3,0$ м и угла падения пласта $\alpha = 25^\circ$. Определить истинную m и горизонтальную m_r мощности пласта

Решение.

$$m = 3,0 \cdot \cos 25^\circ = 3,0 \cdot 0,914 = 2,75 \text{ м};$$

$$m_r = \frac{2,75}{\sin 25^\circ} = \frac{2,75}{0,42} = 6,5 \text{ м}$$

Контрольные вопросы

1. Что такое угольный пласт?
2. Что называется простиранием пласта?
3. Что называется углом падения пласта?
4. Приведите классификацию угольных пластов по углу падения.
5. Приведите классификацию угольных пластов по мощности.
6. Какие угольные пласты относятся к угольным пластам сложного строения?
7. Что называется истинной мощностью пласта?
8. Чем принципиально различаются группы пликативных и дизъюнктивных нарушений?
9. Чем отличается синклиналь от антиклинали?
10. Чем отличается сброс от взброса?

Рекомендуемая литература

1. Основы горного дела: учебник для вузов / В. П. Егоров [и др.] – М.: Изд-во МГУ, 2000. – 408 с.

2. ИЗУЧЕНИЕ ФОРМ И ЭЛЕМЕНТОВ ШАХТНЫХ ПОЛЕЙ

Цель работы. Закрепление знаний о формах и элементах шахтных полей на примерах реально существующих шахт, а также приобретение навыков по определению размеров шахтного поля по простиранию и падению и построения по разведочным линиям геологических разрезов вкрест простирания пластов.

Теоретические основы выполнения работы. Промышленное предприятие, предназначенное для разработки или разведки месторождений полезных ископаемых, называют **горным предприятием**. Горное предприятие, осуществляющее добычу угля подземным способом, называют **шахтой**. Месторождение или его часть, отводимая для разработки одной шахте, называется **шахтным полем**.

Шахтное поле имеет границы по восставию, падению и простиранию (рис. 2.1).

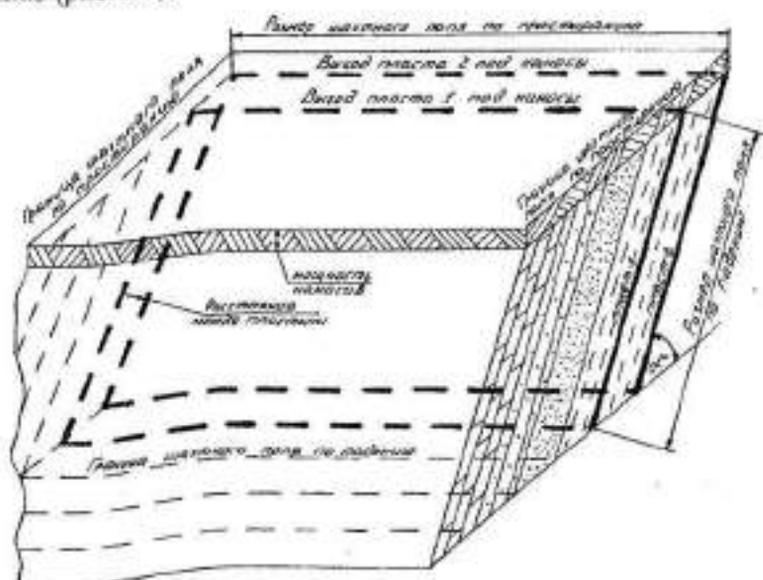


Рис. 2.1. Элементы шахтного поля

Границы шахтного поля могут быть фиксированными и условными. Форма шахтных полей может быть различной. Если все месторождение разрабатывают только одной шахтой, то его форма предопределяет конфигурацию шахтного поля, а границы месторождения и шахтного поля совпадают. Если же месторождение делят на несколько шахтных полей, то при выдержанных элементах залегания пластов шахтному полю по возможности придают форму прямоугольника, вытянутого по простиранию.

При невыдержанных элементах залегания пластов и в случае, если в пределах месторождения имеются крупные геологические нарушения, а также охранные целики под зданиями и сооружениями и водоемами, шахтные поля могут иметь самую разнообразную конфигурацию (рис. 2.2). Их границы в данном случае являются фиксированными.

Параметрами шахтного поля являются размеры по простиранию и падению. Размером по простиранию (S) называется наибольшее расстояние между боковыми границами шахтного поля.

Размером по падению (H) называется наибольшее расстояние между верхней и нижней границами шахтного поля в плоскости пласта.

Размеры полей угольных шахт колеблются в широких пределах. На пологих пластах они составляют 3 - 10 км по простиранию и до 2 - 3 км по падению, при наличии в шахтном поле мощных крутых пластов - 3 - 4 км по простиранию и до 0,7 - 1,5 км по падению.

Шахтное поле со всеми расположенными в их пределах выработками изображают на специальных (маркшейдерских) планах: при пологом, наклонном и крутонаклонном залегании пластов в виде проекции на горизонтальную плоскость, при крутом падении - на вертикальную плоскость (рис. 2.3). Возможна проекция и на плоскость, параллельную пласту. Пласты угля вычерчивают с соблюдением их истинного угла падения.

На маркшейдерские планы обычно наносят и изогипсы пласта (рис. 2.4). Изогипсы представляют собой линии пересечения почвы (или кровли) пласта с мысленно проводимыми на одинаковом расстоянии одна от другой горизонтальными плоскостями. изогипсы проводят через 10, 50 и даже 100 м в зависимости от угла падения и

принятого масштаба. Каждая изогипса имеет свою относительную отметку.

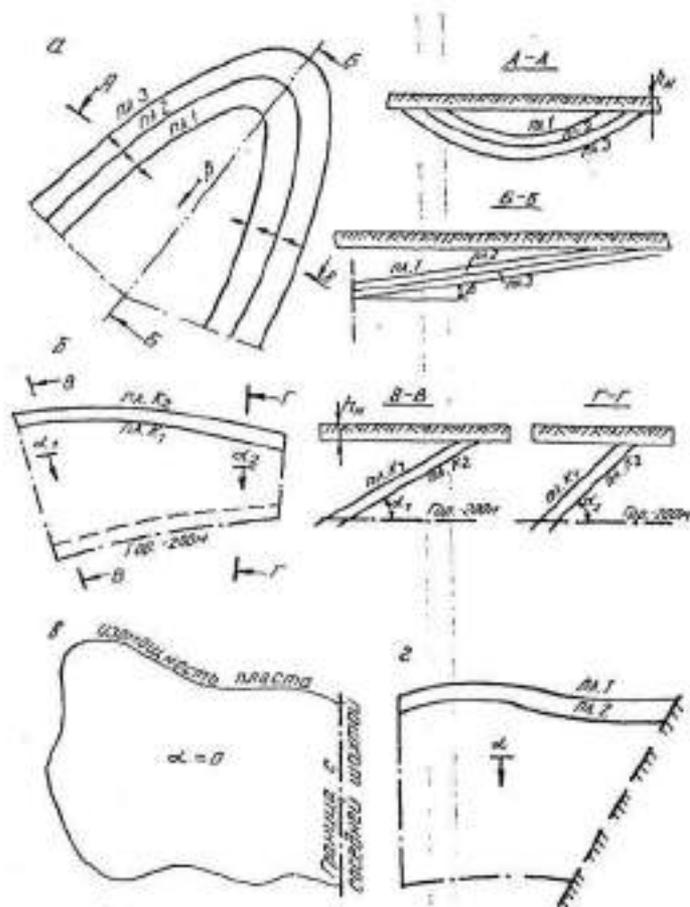


Рис. 2.2. Формы шахтных полей:
 при синклинальной складке с наклонной осью (а); с переменным
 простиранием и углом падения пласта (б); при горизонтальном
 залегании пласта (в); при разрывных тектонических нарушениях (г)

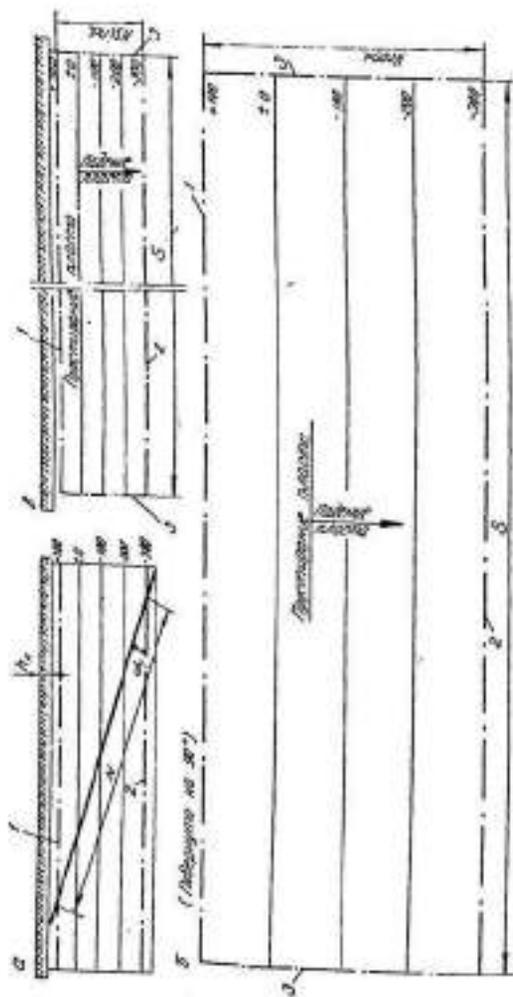


Рис. 2.3. Разрез по падевно (а), горизонтальная (б) и вертикальная (в) проекции
ШАХТНОГО ПОЛЯ

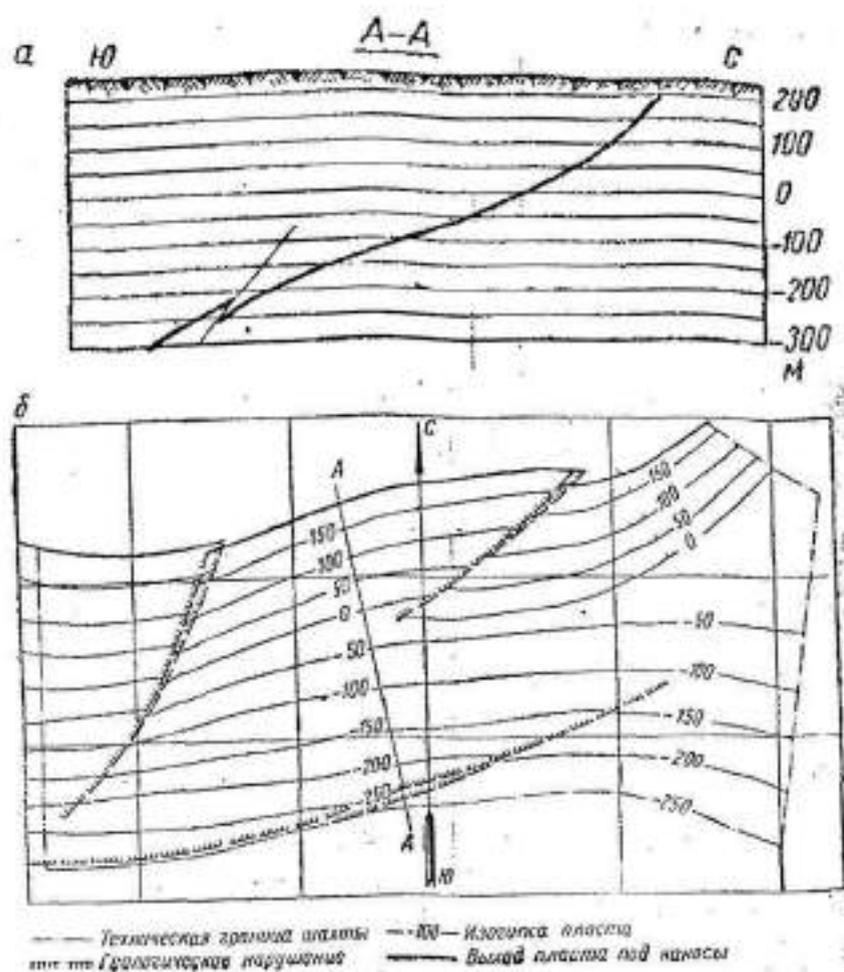


Рис. 2.4. Вертикальный разрез вкостр простирания (а) и гипсометрический план пласта (б)

Изогипсы почвы пласта предопределяют направление штретков по пласту. По изогипсам обычно проводят и нижнюю, и верхнюю границы шахтного поля.

Содержание и порядок выполнения работы

Сначала студенты должны ознакомиться с теоретическими основами выполнения работы и тщательно разобрать приведенный пример.

Каждому студенту выдается план горных работ шахты. По определенным планам горных работ студенты изучают характер изменения изогипс почвы пласта.

Рассчитывается кратчайшее расстояние между изогипсами (м) по формуле

$$l = h \operatorname{ctg} \alpha, \quad (2.1)$$

Изучаются границы шахтного поля по простиранию, падению и восстанию, обращается внимание на обоснованность выбора технических границ шахты.

Вычерчивается в масштабе 1 : 5000 или 1 : 10000 план шахтного поля, на котором должны быть изображены границы шахтного поля по пласту, выход пласта под наносы, изогипсы почвы пласта, зарегистрированные геологические нарушения, разведочные скважины и выработки. Рассчитываются размеры шахтного поля по падению:

$$H = \frac{H_n}{\cos \alpha}, \quad (2.2)$$

где H_n - размер проекции шахтного поля по падению;
 α - угол падения пласта, град.

При правильной форме шахтного поля приблизительно рассчитывается его площадь, м²:

$$F = SH, \quad (2.3)$$

Строится геологический разрез по разведочной линии вкрест простирания в масштабе 1 : 1000 или 1 : 2000.

Пример. 1. Шахта «Центральная». Пласты I, II, III.

2. Вычерчиваем в масштабе 1 : 5000 или 1 : 10000 топографический план поверхности с выходами пластов под наносы (рис. 2.5) и наносим на нем границы шахтного поля.

3. Границами шахтного поля шахты «Центральная» являются:

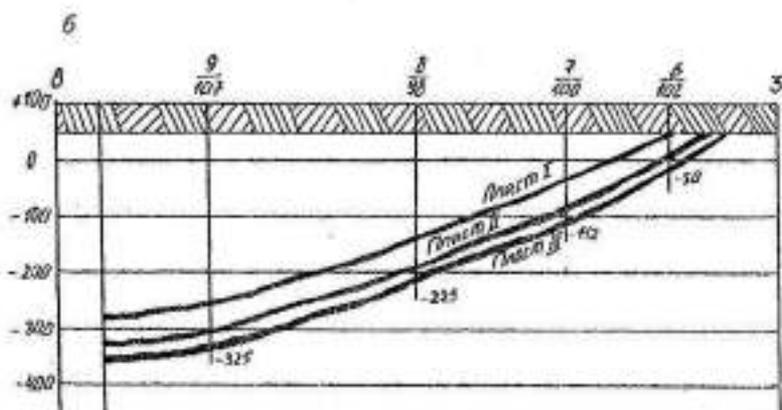
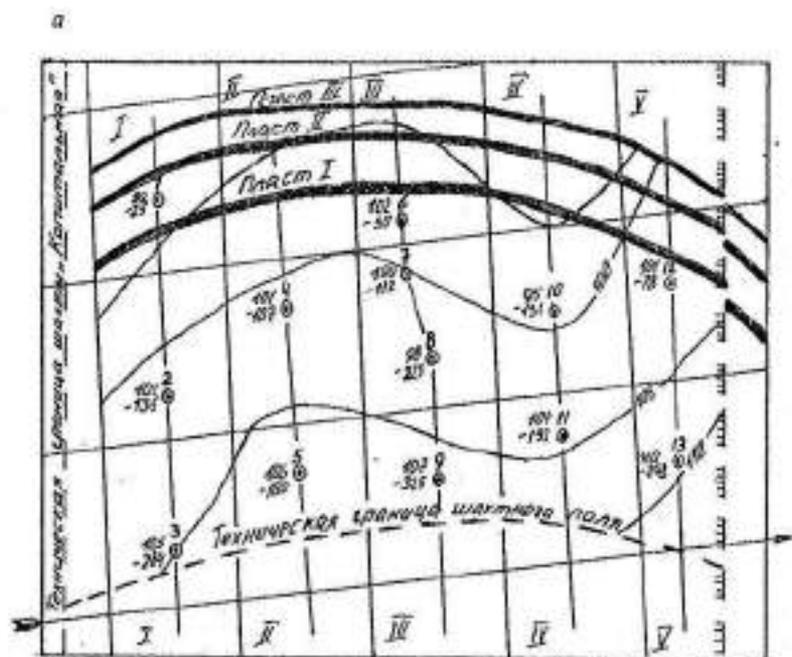


Рис. 2.5. Топографический план шахтного поля (а) и разрез по разведочной линии III – III (б)

по восстанию – выход пластов под наносы;
по падению – отметка горизонта -300 м;
по простиранию: на южном крыле – условная техническая граница поля шахты «Капитальная»; на северном крыле – геологическое нарушение с амплитудой 20 - 25 м.

На основе представленного на рис. 2.5. топографического плана поверхности с выходами пластов под наносы строим геологический разрез по разведочной линии III - III.

Средний размер шахтного поля по простиранию равен 4300 м, по падению - 2100 м.

Ориентировочная площадь шахтного поля шахты «Центральная»

$$F = SH = 4300 \cdot 2100 = 90300 \text{ м}^2.$$

Контрольные вопросы

1. Что называют шахтным полем?
2. Какие бывают шахтные поля по форме границ?
3. Как принимаются границы шахтного поля по простиранию, падению и восстанию?
4. Назовите наиболее распространенные размеры шахтного поля по простиранию и падению?
5. Почему размеры шахтного поля по простиранию больше размеров по падению?
6. Почему верхнюю и нижнюю границы шахтного поля принимают по изогипсе пласта?

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАПАСОВ И ПОТЕРЬ УГЛЯ В ШАХТНОМ ПОЛЕ

Цель работы. Приобретение навыков укрупненного определения балансовых и промышленных запасов, обоснования величины потерь угля в шахтном поле.

Теоретические основы выполнения работы.

Часть угольного месторождения, отведенную для разработки одной шахте, называют **шахтным полем**.

Запасы угля в шахтном поле – масса угля в недрах, заключенного в пределах шахтного поля. По народнохозяйственному значению запасы угля делят на геологические, балансовые, забалансовые и промышленные. **Геологическими** ($Z_{геол}$) называют общие запасы угля в шахтном поле. **Балансовыми** ($Z_{бал}$) считают такие запасы, разработка которых экономически целесообразна при существующем уровне техники и технологии. **Забалансовыми** ($Z_{заб.}$) называют такие запасы угля, разработка которых в настоящее время вследствие некондиционности мощности пластов, высокого содержания пустой породы, наличия многих геологических нарушений или обводненности экономически нецелесообразна. Эти запасы в будущем с совершенствованием техники и технологии добычи и обогащения угля могут быть полностью или частично вовлечены в разработку. Таким образом,

$$Z_{геол} = Z_{бал} + Z_{заб.} \quad (3.1)$$

Балансовые запасы подразделяются на промышленные ($Z_{пр.}$) и потери (Z_n):

$$Z_{бал} = Z_{пр.} + Z_n \quad (3.2)$$

Промышленные запасы – часть балансовых запасов, подлежащая извлечению и выдаче на поверхность. Отношение промышленных запасов к балансовым называют коэффициентом извлечения (C):

$$C = \frac{Z_{np}}{Z_{\text{бал}}} \quad (3.3)$$

Величина коэффициента извлечения зависит от горно – геологических условий и колеблется в широких пределах. При ориентировочных расчетах рекомендуется этот коэффициент принимать равным:

- для тонких пластов – 0,90 – 0,92;
- для пластов средней мощности – 0,85 – 0,88;
- для мощных пологих пластов – 0,82 – 0,85;
- для мощных крутых пластов – 0,75 – 0,80.

В зависимости от условий залегания пластов применяют различные методы подсчета балансовых запасов /1, 2/. При выдержанных элементах залегания (мощность, угол падения) подсчет запасов ($Z_{\text{бал}}$) рекомендуется производить методом среднеарифметического по формуле

$$Z_{\text{бал}} = SH \sum_{i=1}^n m_i \gamma_i \quad (3.4)$$

где S – размер шахтного поля по простиранию, м;

H – размер шахтного поля по падению, м;

n – число рабочих пластов в шахтном поле;

m_i – мощность i -го рабочего пласта, м;

γ_i – объемная масса угля i -го пласта, т/м³, $\gamma_i = 1,30 - 1,45$ т/м³.

Для определения промышленных запасов необходимо установить величину потерь по каждому из пластов по их источникам: общешахтные (в охранных и барьерных целиках), эксплуатационные и связанные с геологическими нарушениями.

Промышленные запасы определяются по формуле

$$Z_{np} = Z_{\text{бал}} - Z_a \quad (3.5)$$

где Z_a – суммарные потери угля, т.

Потери определяются на основании расчетов частных видов потерь: общешахтных ($Z_{об.}$), эксплуатационных ($Z_{эксп.}$) и вблизи геологических разрушений ($Z_{г.н.}$), т. е.

$$Z_{и} = Z_{об.} + Z_{эксп.} + Z_{г.н.} \quad (3.6)$$

Общешахтные потери складываются из потерь угля в барьерных (Z_1) и охранных (Z_2) целиках:

$$Z_{об.} = Z_1 + Z_2 \quad (3.7)$$

Барьерные целики, как правило, оставляют у границ шахтного поля по простиранию, чтобы исключить возможность вскрытия старых затопленных горных выработок соседних шахт. Ширина барьерных целиков (l) условно принимается равной 50 м.

Потери в барьерных целиках (Z_1 , т) определяются по формуле

$$2l \sum_{i=1}^n m_i \gamma_i H \quad (3.8)$$

Охранные целики оставляют для предотвращения разрушений зданий и сооружений технологического комплекса на поверхности, а также природных объектов. Методика построения охранных целиков и подсчета потерь угля в них приведена в Приложении 1. Потери угля в охранных целиках (Z_2 , т) условно составляют при пологих пластах 1 - 2 %, при крутых - 2 - 4 % от балансовых запасов:

$$Z_2 = (0,01 \dots 0,04) Z_{бал.} \quad (3.9)$$

Потери в целиках вблизи геологических нарушений ($Z_{г.н.}$) определяются характером и числом нарушений. Их величина в среднем составляет 1 - 1,5 % от балансовых запасов:

$$Z_{г.н.} = (0,010 \dots 0,015) Z_{бал.} \quad (3.10)$$

Эксплуатационные потери ($Z_{эксп.}$, т) включают потери по площади - в целиках у горных выработок, по мощности - в пачках угля

в кровле, почве или между слоями пласта, а также потери угля в забоях и при транспортировании.

Эксплуатационные потери угля

$$Z_{\text{экл}} = (Z_{\text{бал}} - Z_{\text{об}} - Z_{\text{с.к.}}) K_{\text{экл}}, \quad (3.11)$$

где $K_{\text{экл}}$ - коэффициент эксплуатационных потерь; принимается для тонких пластов - 0,08; средней мощности - 0,12; мощных пологих - 0,15; мощных крутых - 0,20.

Общий коэффициент извлечения запасов в шахтном поле ($C_{\text{извл.}}$)

$$C_{\text{извл.}} = \frac{Z_{\text{изв.}}}{Z_{\text{бал}}}. \quad (3.12)$$

Пример. Подсчитать промышленные запасы шахтного поля для следующих условий: размер шахтного поля по простиранию $S = 5250$ м, по падению - $H = 1800$ м; количество пластов 3, их мощность: $m_1 = 2,4$ м, $m_2 = 2,0$ м, $m_3 = 3,1$ м; средняя плотность угля $\gamma = 1,4$ т/м³; коэффициент эксплуатационных потерь $K_{\text{экл}} = 0,15$; коэффициент потерь в охранных целиках $K_{\text{ц}} = 0,01$; ширина барьерных целиков на границах шахтного поля по простиранию $l = 50$ м.

Решение.

1. Определяем балансовые запасы в шахтном поле:

$$Z_0 = SH \sum_{i=1}^n m_i \gamma_i = 5250 \cdot 1800 \cdot (2,4 + 2,0 + 3,1) \cdot 1,4 = 99225000 \text{ т.}$$

2. Подсчитываем потери угля в шахтном поле:
в барьерных целиках

$$Z_1 = 2lH \sum_{i=1}^n m_i \gamma_i = 2 \cdot 50 \cdot 1800 \cdot (2,4 + 2,0 + 3,1) \cdot 1,4 = 1890000 \text{ т;}$$

в охранных целиках

$$Z_2 = K_{\text{ц}} Z_{\text{бал}} = 0,01 \cdot 99225000 = 992250 \text{ т;}$$

эксплуатационные

$$Z_{\text{эсп}} = (Z_{\text{бэл}} - Z_1 - Z_2)K_{\text{эсп}} = (99225000 - 1890000 - 992250) \cdot 0,15 = 14451413 \text{ т};$$

суммарные

$$Z_n = Z_1 + Z_2 + Z_{\text{эсп}} = 1890000 + 992250 + 14451413 = 17333663 \text{ т.}$$

3. Определяем промышленные запасы угля в шахтном поле:

$$Z_{\text{пр}} = Z_0 - Z_n = 99225000 - 17333663 = 81891337 \text{ т.}$$

4. Рассчитываем коэффициент извлечения запасов угля из недр:

$$C_{\text{извл}} = \frac{Z_{\text{пр}}}{Z_{\text{бэл}}} = \frac{81891337}{99225000} = 0,83.$$

Графическая интерпретация потерь угля в шахтном поле показана на рис. 3.1.



Рис. 3.1. Графическая интерпретация потерь угля в шахтном поле

Порядок выполнения работы

После ознакомления с теоретическими основами выполнения работы студенты получают вариант задания, отражающий горно-геологические и горнотехнические условия шахтного поля (табл. 3.1).

Таблица 3.1

Исходные данные для выполнения работы

Номер варианта	Размеры шахтного поля, м		Вынимаемая мощность пластов, м				Плотность угля γ , т/м ³	Коэф. запл. потеря $K_{\text{запл}}$	Коэф. потерь в пещерах K_p
	S	H	m_1	m_2	m_3	m_4			
1	6100	1950	1,80	1,75	1,45	1,65	1,30	0,15	0,01
2	3800	1100	1,75	1,15	1,65	1,55	1,34	0,14	0,02
3	4300	3850	1,95	1,25	2,00	1,75	1,40	0,10	0,03
4	4900	1950	2,10	1,35	2,05	1,25	1,32	0,12	0,01
5	5300	2550	1,25	1,45	1,95	1,45	1,30	0,15	0,04
6	5150	2450	1,35	1,95	1,85	1,50	1,35	0,16	0,03
7	4000	1350	1,45	1,35	1,75	1,60	1,40	0,09	0,02
8	5050	1500	1,75	1,85	1,65	1,70	1,31	0,10	0,01
9	4250	1400	1,65	1,45	1,55	1,95	1,36	0,12	0,04
10	5250	2350	1,85	1,55	1,75	1,90	1,41	0,14	0,03
11	5100	3250	2,10	1,85	2,00	1,40	1,37	0,11	0,02
12	3150	1200	2,25	1,75	1,15	1,50	1,31	0,10	0,01
13	4700	1850	2,05	1,45	1,35	1,60	1,33	0,12	0,04
14	4650	2300	1,15	1,55	1,95	1,80	1,35	0,15	0,03
15	5050	2200	1,35	1,65	1,70	1,70	1,36	0,14	0,02
16	4200	4350	1,85	1,55	1,40	2,00	1,38	0,10	0,01
17	5200	1800	1,65	1,50	1,55	2,10	1,40	0,12	0,04
18	5000	3150	1,70	1,45	1,85	2,15	1,42	0,13	0,03
19	5650	1550	1,60	1,50	1,65	2,05	1,35	0,09	0,01
20	4950	2650	1,35	1,80	1,55	1,90	1,35	0,10	0,02
21	4050	4450	1,45	1,95	1,85	1,85	1,30	0,13	0,04
22	5550	1750	1,85	1,70	1,60	1,90	1,40	0,14	0,03
23	3950	1450	1,95	1,50	1,40	2,05	1,33	0,10	0,01
24	5350	4950	1,35	1,40	1,95	2,10	1,30	0,11	0,04
25	5500	2050	1,45	1,60	1,75	2,05	1,40	0,13	0,03

По заданным условиям осуществляется расчет балансовых промышленных запасов шахтного поля, а также коэффициента извлечения угля из шахтного поля.

Приводится графическая интерпретация шахтного поля с нанесением границ возможных потерь угля.

Контрольные вопросы

1. Что называется шахтным полем?
2. Какие запасы в шахтном поле называются балансовыми?
3. Какие запасы угля называются промышленными?
4. Какие виды потерь угля в шахтном поле Вы знаете?
5. Что называется коэффициентом извлечения запасов угля шахтным полем?

Рекомендуемая литература

1. Основы горного дела: учебник для вузов / П. В. Егоров [и др.]. - М.: Изд-во Моск. гос. горного ун-та, 2000. - 408 с.
2. Подземная разработка пластовых месторождений. Теоретические и методические основы проведения практических занятий учебное пособие. - 2-е изд. перераб. и доп. / О. В. Михеев [и др. под ред. Л. А. Пучкова. - М.: Изд-во Моск. гос. горного ун-та, 2004 - 487 с.

4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ МОЩНОСТИ И СРОКА СЛУЖБЫ ШАХТЫ

Цель работы. Приобретение навыков по определению мощности шахты и срока ее службы по укрупненным значениям исходных данных.

Теоретические основы выполнения работы. Мощность шахты является важнейшим производственным параметром, определение которого требует обязательного учета конкретных горно-геологических и горнотехнических характеристик.

Производственной мощностью шахты (A, τ) называют количество полезного ископаемого, добываемого в единицу времени (сутки, год). Ее величину определяют такие горно-геологические характеристики, как: количество, мощность и угол падения пластов, свойства вмещающих пород, газоносность месторождения, величина запасов угля, степень нарушенности пластов и другие факторы. В значительной степени величина производственной мощности зависит и от организационно-технических факторов: режима работы очистных забоев и нагрузки на них, производительности транспорта, подъема и др.

Срок службы шахты ($T, \text{год}$) равен периоду, в течение которого отрабатываются промышленные запасы угля в пределах шахтного поля.

В учебных целях на первом этапе изучения дисциплины с учетом уровня и объема имеющихся знаний показатели A и T можно определять по упрощенной методике. Между промышленными запасами $Z_{\text{пр}}$, годовой мощностью шахты A_T и расчетным сроком ее службы T_p существует следующая взаимосвязь:

$$Z_{\text{пр}} = A_T T_p . \quad (4.1)$$

При правильной конфигурации шахтного поля и выдержанных элементах залегания пластов промышленные запасы угля определяются по формуле

$$Z_{\text{пр}} = SH \sum PC_0 . \quad (4.2)$$

где S - размер шахтного поля по простиранию, м;

H - размер шахтного поля по падению, м;

ΣP - суммарная производительность рабочих пластов в шахтном поле, т/м²;

C_0 - общий коэффициент извлечения угля в шахтном поле.

Суммарная производительность пластов в шахтном поле

$$\Sigma P = m_1 \gamma_1 + m_2 \gamma_2 + \dots + m_n \gamma_n, \quad (4.3)$$

где m_i - мощность рабочих пластов в шахтном поле, м;

γ_i - плотность угля соответствующих пластов, т/м³.

Отсюда значение A_r можно определить по формуле

$$A_r = \frac{Z_{np}}{T_p}. \quad (4.4)$$

Полученное значение A_r следует привести в соответствие с параметрическим рядом мощностей шахт: 0,9; 1,2; 1,5; 1,8; 2,1; 2,4; 3,0; 4,5; 6,0 млн т в год. При этом расчетный срок службы шахты мощностью более 1,8 млн т в год рекомендуется принимать не менее 50 - 60 лет.

Полный срок службы шахты T_n будет больше расчетного за счет времени освоения проектной мощности и ее затухания к концу отработки запасов:

$$T_n = T_p + (t_p + t_3)/2, \quad (4.5)$$

где t_p - срок освоения проектной мощности шахты, $t_p = 2 - 3$ года;

t_3 - срок затухания добычи, $t_3 = 2 - 3$ года.

Между годовой A_r и суточной A_c мощностью шахты существует следующая зависимость:

$$A_r = 300A_c, \quad (4.6)$$

где 300 - число рабочих дней шахты в году.

Более объективный и надежный аналитический метод расчета мощности шахты с учетом геологических и организационно-технических возможностей предложен проф. А. С. Малкиным:

$$A_{\text{изг}} = K_n (K_{\text{взл}} + K_{\text{н.о.з.}}) \sqrt{Z_{\text{взр}} \frac{\sum m'}{\sum m} K_{\text{вз.}}}, \quad (4.7)$$

где K_n - коэффициент надежности технологической схемы шахты;
при шахте блочного типа $K_n = 0,85-0,95$.

Для индивидуальной шахты при вскрытии вертикальными стволами и панельной подготовке $K_n = 0,80 - 0,85$; при этажной подготовке $K_n = 0,70 - 0,80$. При вскрытии шахтного поля наклонными стволами $K_n = 0,80$;

$\sum m$ - суммарная мощность всех пластов в шахтном поле, м;

$K_{\text{взл}}$ - коэффициент, учитывающий общее количество пластов в шахтном поле $n_{\text{пл}}$ и количество пластов, принятых к одновременной разработке $n'_{\text{пл}}$, определяется по формуле

$$K_{\text{взл}} = \frac{n'_{\text{пл}} + \sqrt{n_{\text{пл}} - n'_{\text{пл}}}}{\sqrt{n_{\text{пл}}}}; \quad (4.8)$$

$K_{\text{н.о.з.}}$ - коэффициент, учитывающий уровень нагрузки на очистной забой, определяется по формуле

$$K_{\text{н.о.з.}} = \sqrt{\Psi A_{\text{о.з.к.}} \frac{m_{\text{ср}}}{m'_{\text{ср}}}}; \quad (4.9)$$

Ψ - коэффициент, учитывающий условия бассейна (месторождения, шахтного поля):

$$\Psi = \frac{K_{\text{укр.к}} K_{\text{кр.п}}}{1 + K_{\text{наруш.}} + K_{\text{газ}}}, \quad (4.10)$$

где $K_{\text{укр.к}}$ - коэффициент, учитывающий устойчивость кровли пластов; для неустойчивых кровель $K_{\text{укр.к}} = 0,06$; средней устойчивости $K_{\text{укр.к}} = 0,08$ и устойчивых $K_{\text{укр.к}} = 0,10$;

$K_{\text{кр.п}}$ - коэффициент, учитывающий крепость пород почвы;
при $f = 3 - 4$ $K_{\text{кр.п}} = 0,01$; при $f = 5 - 6$ $K_{\text{кр.п}} = 0,015$;
при $f \geq 7$ $K_{\text{кр.п}} = 0,02$;

$K_{\text{наруш.}}$ - коэффициент, учитывающий геологическую нарушенность шахтного поля, $K_{\text{наруш.}} = 0 \dots 0,03$;

$K_{гв}$ - коэффициент, учитывающий влияние газового фактора, $K_{гв} = 0 \div 1$.

$A_{о.л.м}$ - месячная нагрузка на очистной забой, т:

$$A_{о.л.м} = l m_{ср} V_{сут} \gamma C N, \quad (4.11)$$

где l - длина лавы, м;

$m_{ср}$ - средняя мощность пластов в шахтном поле, м;

$V_{сут}$ - суточное подвигание очистного забоя, м;

γ - средняя плотность угля, т/м³;

C - коэффициент извлечения угля по системе разработки,
 $C = 0,95 \div 0,97$;

N - число рабочих дней в месяце, $N = 25$;

$m'_{ср}$ - средняя мощность одновременно разрабатываемых пластов, м:

$$m'_{ср} = \frac{\sum m'}{n_{пл}}, \quad (4.12)$$

где $\sum m'$ - суммарная мощность одновременно разрабатываемых пластов, м;

$K_{гв}$ - коэффициент, учитывающий глубину залегания пластов:

$$K_{гв} = 1 + \frac{H_{в.гп}}{H_{н.гп}}, \quad (4.13)$$

где $H_{в.гп}$ и $H_{н.гп}$ - вертикальная глубина соответственно верхней и нижней технических границ шахтного поля, м.

Пример. Количество пластов в шахтном поле $n_{пл} = 3$; мощность пластов $m_1 = 1,2$ м; $m_2 = 1,6$ м; $m_3 = 0,8$ м; угол падения пластов $\alpha = 15^\circ$; промышленные запасы шахтного поля $Z_{пр} = 80000$ тыс. т; глубина нижней границы $H_{в.гп} = 600$ м; плотность угля $\gamma = 1,4$ т/м³; породы кровли средней устойчивости; крепость пород почвы $f = 6$; коэффициент нарушенности шахтного поля $K_{наруш.} = 0,02$; коэффициент влияния газового фактора $K_{гвз} = 0,5$; коэффициент надежности технологической схемы $K_n = 0,8$; длина лавы $l = 200$ м; суточное подвигание очистного забоя $V_{сут} = 3,15$ м.

Определить мощность и срок службы шахты.

Решение. К одновременной разработке принимается два пласта. Средняя мощность одновременно разрабатываемых пластов

$$m_{\text{ср}} = \frac{1,2 + 1,6}{2} = 1,4 \text{ м.}$$

Средняя мощность угольных пластов в шахтном поле

$$m_{\text{ср}} = \frac{1,2 + 1,6 + 0,8}{3} = 1,2 \text{ м.}$$

Коэффициент, учитывающий влияние общего числа угольных пластов в шахтном поле и принятых к одновременной разработке:

$$K_{\text{г.л}} = \frac{2 + \sqrt{3} - 2}{\sqrt{3}} = 1,73.$$

Месячная нагрузка на очистной забой

$$A_{\text{ОЗ.М}} = 200 \cdot 1,4 \cdot 3,15 \cdot 1,4 \cdot 0,90 \cdot 25 = 27783 \text{ т.}$$

Коэффициент, учитывающий условия работы очистных забоев:

$$\Psi = \frac{0,08 + 0,015}{1 + 0,02 + 0,5} = 0,0008.$$

Коэффициент, учитывающий влияние нагрузки на очистной забой:

$$K_{\text{н.а.з}} = \sqrt{\frac{0,0008 \cdot 27783 \cdot 1,2}{1,4}} = 4,2.$$

Определяется коэффициент, учитывающий влияние глубины разработки на производственную мощность шахты:

$$K_{\text{гн}} = 1 + \frac{400}{600} = 1,668.$$

Коэффициент надежности технологической схемы шахты в соответствии с заданием принят $K_n = 0,8$. Тогда проектная мощность шахты

$$A_{\text{пр.т.}} = 0,8(1,73 + 4,2) \sqrt{80000 \cdot \frac{2,8}{3,6}} \cdot 1,668 = 1518 \text{ тыс. т/год.}$$

С учетом параметрического ряда мощностей шахт принимаем типовую производственную мощность $A = 1500$ тыс. т/год = 1,5 млн т/год.

Полный срок службы шахты T с учетом периода освоения и затухания

$$T = \frac{80000}{1500} + \frac{1}{2} \cdot 6 = 56 \text{ лет.}$$

Порядок выполнения работы

После ознакомления с теоретическими основами выполнения работы и разбора приведенного примера студенты осуществляют расчет для заданных условий (см. табл. 3.1.) мощности шахты по методике проф. А. С. Малкина и срока ее службы с кратким обоснованием принятых технических решений.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение производственной мощности шахты.
2. Как влияют на мощность шахты основные горно-геологические факторы?
3. Как сказывается на мощности шахты влияние таких факторов, как нагрузка на очистной забой, количество одновременно обрабатываемых пластов, производительность транспорта и подъема?
4. Поясните сущность аналитического метода расчета мощности шахты.

Рекомендуемая литература

1. Проектирование шахт / А. С. Малкин и [др.] - М.: Изд-во Академии горных наук, 2000. - 375 с.

5. ПОДЗЕМНЫЕ ГОРНЫЕ ВЫРАБОТКИ, ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ И НАЗНАЧЕНИЕ

Цель работы. Закрепление и углубление знаний студентов по горным выработкам, привитие навыков работы с геолого-маркшейдерской документацией.

Теоретические основы выполнения работы. Сооружение в недрах земли или на ее поверхности, созданное в результате ведения горных работ и представляющее собой полость в массиве, называется горной выработкой. Горные выработки, проведенные в недрах земли, независимо от того, имеют они выход на поверхность или нет, называются подземными, а проведенные на поверхности земли – открытыми.

В зависимости от народнохозяйственного значения различают выработки разведочные, используемые для поиска и разведки месторождений полезных ископаемых, и эксплуатационные, используемые для эксплуатации месторождений.

Разработка месторождений полезного ископаемого складывается из трех этапов: вскрытие, подготовка и очистная выемка. В связи с этим эксплуатационные горные выработки подразделяются на вскрывающие (капитальные), подготовительные и очистные.

К **вскрывающим** относятся выработки, по которым осуществляется доступ к месторождению или его части (стволы, штольни, главные кверцлагги).

Подготовительные выработки проводят от вскрывающих. Они служат для подготовки отдельных частей шахтного поля к очистной выемке.

Очистными называют выработки, служащие для непосредственной выемки полезного ископаемого.

По положению в земной коре подземные выработки могут быть вертикальными, наклонными и горизонтальными. Расположение горных выработок в пространстве, их названия и назначение рассмотрим на рис. 5.1 – 5.5.

Вертикальные горные выработки. К ним относят ствол, шурф, гезенк, слепой ствол, скважину (см. рис. 5.1).

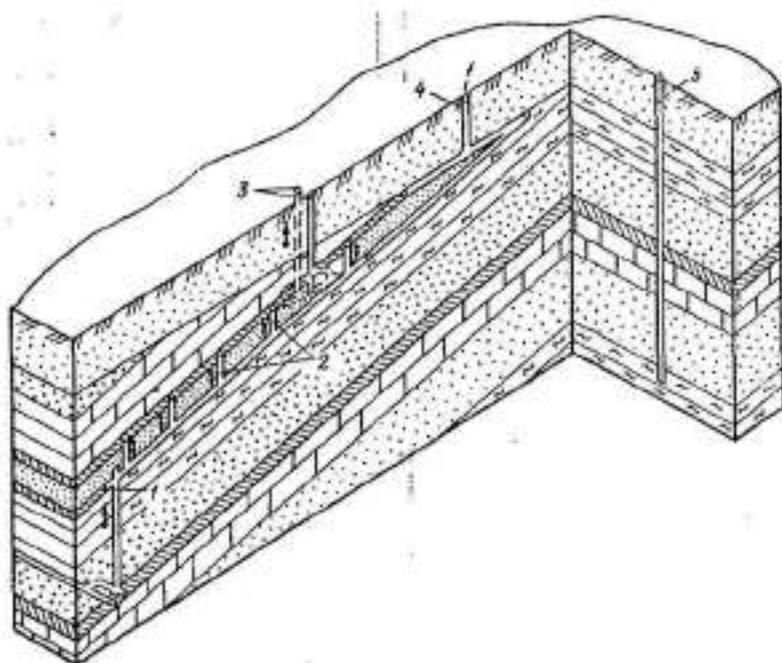


Рис. 5.1. Вертикальные горные выработки:
 1 – слепой ствол; 2 – гезенки; 3 – стволы; 4 – шурф;
 5 – скважина

Ствол – выработка, имеющая непосредственный выход на земную поверхность и предназначенная для обслуживания подземных работ. Если ствол сооружается для разведки месторождения, то его называют разведочным, если для строительства и эксплуатации шахты – шахтным. В зависимости от назначения ствола бывают главными, вспомогательными и вентиляционными. Главный ствол служит для подъема полезного ископаемого на поверхность и других целей, вспомогательный – для спуска и подъема людей, материалов, оборудования, выдачи породы, подвода электроэнергии, сжатого воздуха и воды, вентиляционный – для подачи в шахту свежего или отвода из шахты загрязненного воздуха. При подаче по вентиляционному стволу свежего воздуха его называют воздухоподводящим. Ствол обычно оборудуют механизированным подъемом.

Шурф – выработка небольшой площади поперечного сечения и небольшой глубины, имеющая непосредственный выход на земную поверхность и предназначенная для вентиляции и других вспомогательных целей. Шурфы используют так же, как запасные выходы из шахты. Отличительной особенностью шахтного шурфа является отсутствие подъема полезного ископаемого и породы.

Гезенк – выработка, не имеющая непосредственного выхода на земную поверхность и служащая для спуска угля из вышележащих выработок в нижележащие под действием собственного веса, передвижения людей, вентиляции, подвода электроэнергии и др.

Слепой ствол – выработка, не имеющая выхода на земную поверхность и предназначенная для подъема угля, вентиляции, спуска-подъема людей, оборудования, подвода электроэнергии, воды и др. Слепые стволы служат для вскрытия отдельных частей месторождения из подземных горных выработок.

Скважина – вертикальная выработка, пройденная путем бурения горных пород, обычно диаметром до 2 м. Скважины бывают вентиляционными, лесоспускными, доставочными и др. Такие скважины бурят как с поверхности, так и из горных выработок. Следует иметь в виду, что скважины могут иметь любой угол наклона к горизонту.

Наклонные выработки включают наклонный ствол, бремсберг, уклон, ходок, скат, восстающий, печь (рис. 5.2).

Наклонный ствол – выработка, имеющая непосредственный выход на земную поверхность и предназначенная для подъема полезного ископаемого на поверхность, вентиляции шахты, водоотлива, подвода электро- и пневмоэнергии, доставки оборудования, передвижения людей. Наклонные стволы проводят как по полезному ископаемому, так и по пустым породам.

Бремсберг – выработка, не имеющая непосредственного выхода на земную поверхность, пройденная по восстанию или падению пласта и служащая для транспортировки полезного ископаемого сверху вниз, вентиляции, подвода электроэнергии, воды, передвижения людей и доставки оборудования. Бремсберги проводят по пласту и реже по породе.

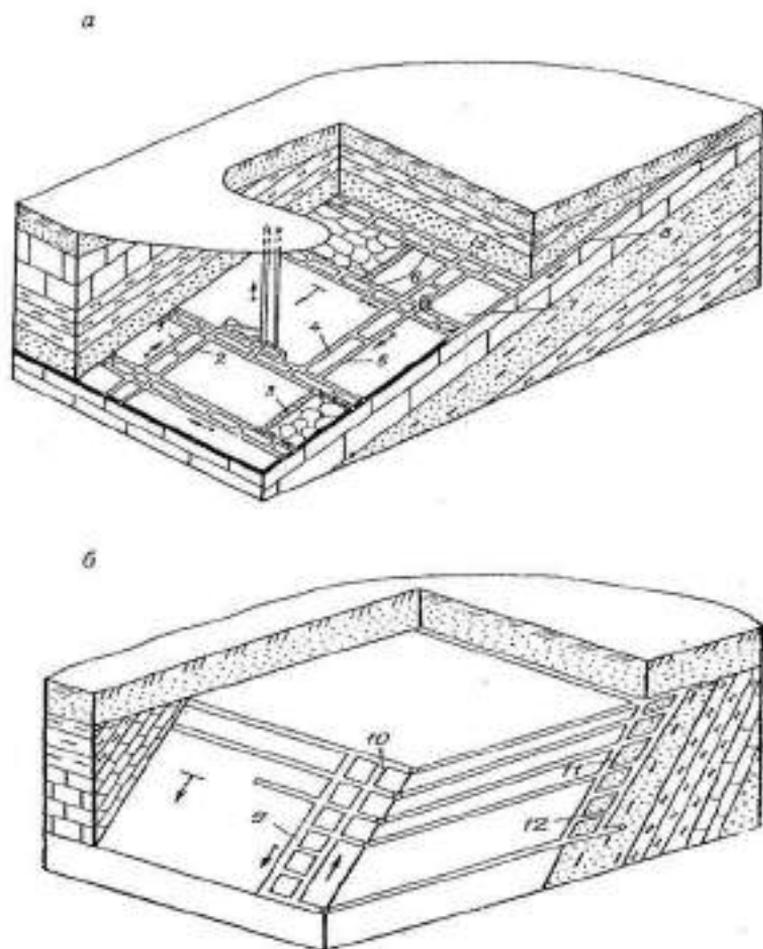


Рис. 5.2. Наклонные горные выработки на пологих (а) и крутых (б) пластах:

1 – уклон; 2 – ходок при уклоне; 3 – очистной забой (не относится к наклонным выработкам); 4 – ходок при бремсберге; 5 – бремсберг; 6 – сбочные печи (сбойки); 7 – угольный пласт; 8 – наклонный ствол; 9 – углеспускная печь; 10 – воздухоподводящая печь; 11 – пластовый скат; 12 – полевой скат

Уклон – выработка, не имеющая непосредственного выхода на земную поверхность, пройденная по восстанию или падению пласта и служащая для транспортировки полезного ископаемого снизу вверх, вентиляции, подвода электроэнергии, воды, передвижения людей и доставки оборудования. Уклон проводят по пласту и реже по породе.

Ходок – выработка, не имеющая непосредственного выхода на земную поверхность, пройденная, как правило, параллельно бремсбергу (уклону) на расстоянии от него 20-40 м и служащая для передвижения людей, доставки материалов и оборудования, вентиляции и других целей.

Скат – выработка, не имеющая непосредственного выхода на земную поверхность, расположенная по падению пласта и служащая для спуска полезного ископаемого сверху вниз под действием собственного веса. Скат сооружают в том случае, если угол его наклона достаточен для движения угля или породы вниз самотеком ($30-35^{\circ}$ и более). Скат может быть пластовым и полевым.

Восстающий – выработка, пройденная по рудному телу или вмещающим породам и предназначенная для подготовки отдельных участков (блоков) полезного ископаемого, проветривания, спуска складочного материала, передвижения людей и других целей. Восстающий в ряде случаев проводят вертикально.

Рудоспуск – выработка, не имеющая непосредственного выхода на земную поверхность и предназначенная для спуска руды под действием собственного веса. Рудоспуск служит для тех же целей, что и скат. Часто он проводится вертикально.

Печь – выработка, не имеющая непосредственного выхода на земную поверхность, проводимая по пласту без присечки породы и предназначенная для монтажа очистного оборудования, проветривания, передвижения людей и грузов, подвода электро- и пневмоэнергии. Печь, предназначенная только для монтажа очистного оборудования, называется **разрезной**.

К горизонтальным выработкам относят штольню, квершлаг, штрек, орт, просек (рис. 5.3).

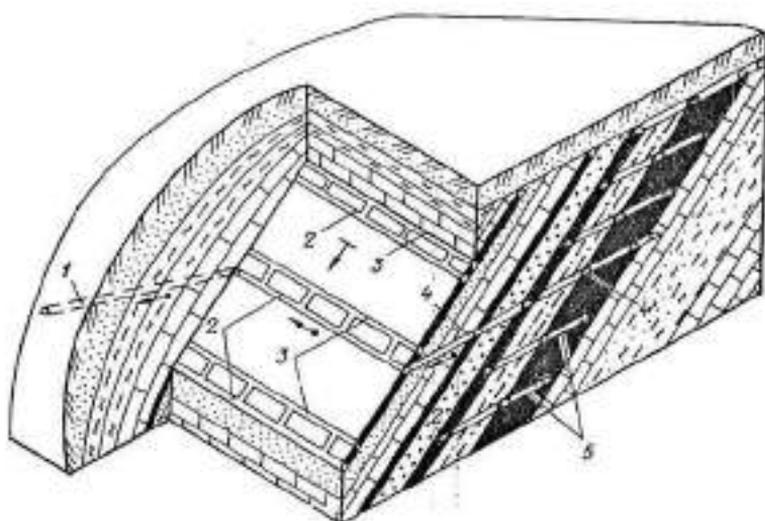


Рис. 5.3. Горизонтальные горные выработки:
 1 – штольняк; 2 – штреки; 3 – просеки; 4 – квершлаг; 5 – орты

Штольней называется горная выработка, проведенная к месторождению с поверхности горизонтально или с незначительным наклоном, имеющая непосредственный выход и предназначенная для обслуживания подземных горных работ. Штольни проводят как в крест, так и по простиранию пород при гористом рельефе местности.

В зависимости от назначения различают штольни разведочные и эксплуатационные (для разработки месторождения), а также откаточные, вентиляционные и водоотливные.

Квершлаг – горизонтальная (реже наклонная) горная выработка, не имеющая непосредственного выхода на поверхность, проведенная по вмещающим породам вкрест простирания месторождения и используемая для транспорта, вентиляции, передвижения людей, водоотлива, для прокладки электрических кабелей и линий связи.

Штрек – горизонтальная (с углом наклона не более $0 - 3^\circ$) подземная горная выработка, проведенная по простиранию залегающего месторождения или в любом направлении при горизон-

тальном его залегании. Штрек может быть пройден по полезному ископаемому (с подрывкой или без подрывки боковых пород) или по породам (полевой). Штрек выполняет в основном те же функции, что и квершлаг.

Орт – горизонтальная (с углом наклона не более $0-3^\circ$) выработка, не имеющая непосредственного выхода на поверхность и проведенная в крест простирания месторождения (при крутом и наклонном падении). Орт обычно служит для соединения выработок, пройденных у висячего и лежащего боков мощного пласта (залежи).

Просеком называется подземная горная выработка, проводимая обычно в толще полезного ископаемого по простиранию пласта или залежи и предназначенная для проветривания, передвижения людей и транспортирования грузов. Просек обычно проводится параллельно штреку и соединяется с ним с помощью печей. Просек необходим для обеспечения нормальных условий проведения штрека, а также для соединения очистной выработки с примыкающими к ней выемочными выработками.

Камеры и очистные выработки

Камерами называются горные выработки, имеющие небольшую длину по сравнению с размерами поперечного сечения. Они предназначаются для размещения в них различных машин, оборудования, хранения материалов и других целей. Камеры в основном располагаются около шахтных стволов.

Совокупность камер и выработок, примыкающих к шахтным стволам и предназначенных для обслуживания подземного хозяйства, называют **околоствольным двором**. В околоствольном дворе располагаются следующие камеры: электроподстанция, насосная, электровозное депо, камера ожидания и др.

Выработки, образующиеся в результате выемки пласта или залежи, где осуществляется добыча полезного ископаемого, называются **очистными**. Обязательный признак очистной выработки – очистной забой, который может быть длинным и коротким.

К первому относится лава – протяженная (до 250 и более м) очистная выработка линейной или уступной формы, одна стенка которой образована угольным массивом, другая – крепью, установленной на границе с выработанным пространством или закладочным массивом, а кровлей и почвой служат вмещающие породы или

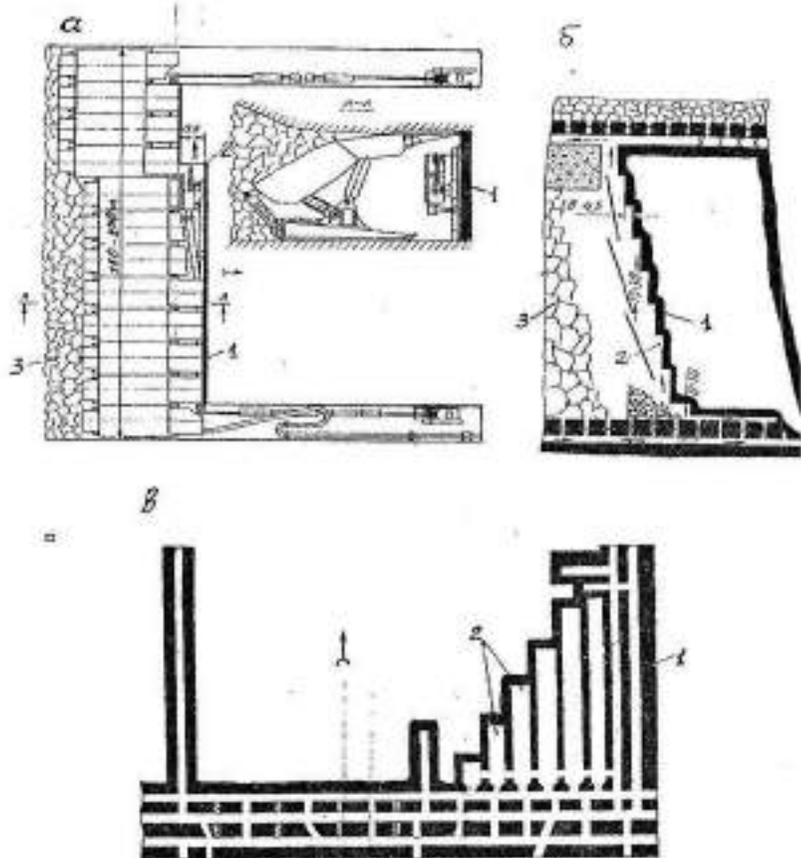


Рис. 5.4. Протяженный линейный (а), протяженный уступный (б) и короткие камерные (в) забои:
 1 – угольный пласт; 2 – забой; 3 – выработанное пространство

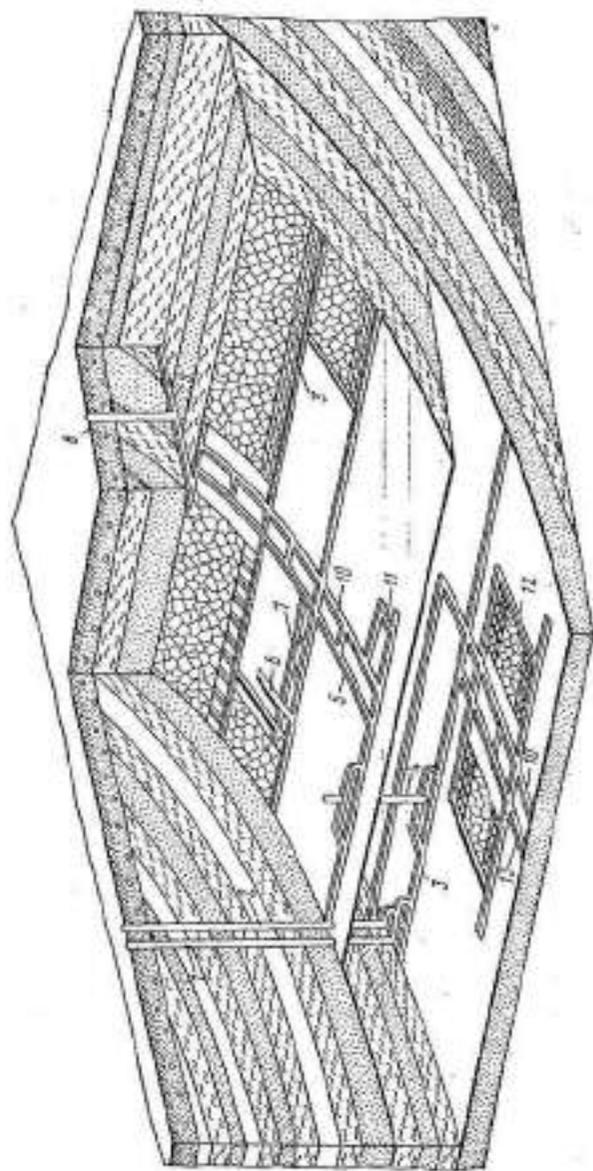


Рис. 5.5. Расположение горных выработок:

1, 2 - вертикальные стволы, соответственно главный и вспомогательный; 3 - штрек; 4 - гезент;
 5 - бремсберг; 6 - очистная камера; 7 - прорез; 8 - шурф; 9 - квершлаг; 10 - холод; 11 - печь; 12 - лава;
 13 - уклон

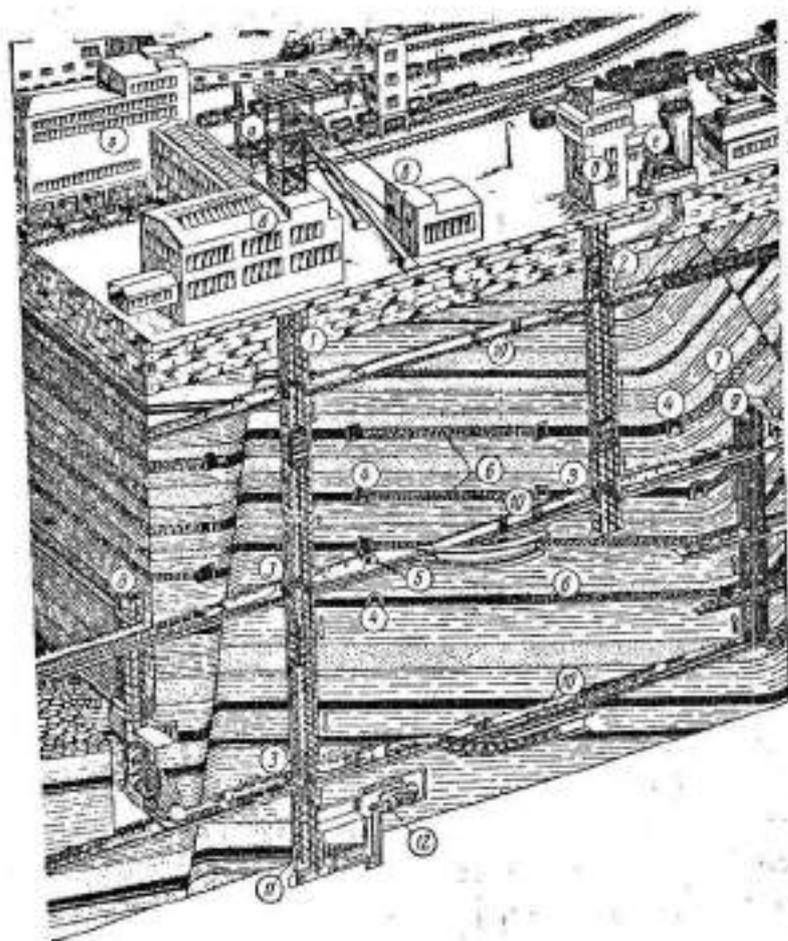


Рис. 5.6. Взаимное расположение подземных выработок и поверхностных сооружений:

a – шахтный копер главного ствола; *b* – надшахтное здание; *c* – здание подземной машины; *z* – обогатительная фабрика; *d* – башенный копер копер вспомогательного ствола; *e* – вентилятор главного проветривания;
1 – главный подъемный вертикальный ствол; *2* – вертикальный вспомогательный ствол; *3* – сопряжение вертикального ствола с выработками окопоствольного двора; *4* – пластовый штрек; *5* – полевой штрек; *6, 7* – выработанное пространство; *8* – гезенк; *9* – слепой ствол;
10 – квершлаг; *11* – зумпф; *12* – насосная камера

начки угля (рис. 5.4, а). Длина протяженных выработок во много раз больше их размеров по ширине и высоте. К коротким очистным забоям относят **очистную камеру** – выработку с забоем небольшой (до 16 м) протяженности, ограниченную по бокам массивом полезного ископаемого или целиками угля (рис. 5.4, в).

Пример общей схемы расположения горных выработок в шахтном поле приведен на рис. 5.5. и 5.6.

Содержание и порядок выполнения работы

После ознакомления с теоретическими основами выполнения работы (классификация, терминология и функциональная характеристика горных выработок) студенты изучают выработки по предложенным планам горных работ. Затем по заданию преподавателя описывают выработки на определенном участке шахтного поля, графически показывает залегание угольных пластов на вертикальном разрезе (вкрест простирания пласта) с указанием мощности и угла падения пластов и горных выработок, пройденных при этом.

Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите вертикальные горные выработки.
2. Дайте определение вертикальному стволу.
3. Перечислите горизонтальные горные выработки.
4. В чем отличие квершлага от штрека?
5. Какие горные выработки относятся к наклонным?
6. Чем отличается бремсберг от уклона?
7. Назовите принципиальное отличие лавы от очистной камеры.

Рекомендуемая литература

1. Основы горного дела: учебник для вузов / П. В.Егоров [и др.]. - М.: Изд-во Моск. гос. горного ун-та, 2000.- 408 с.

6. ВЫБОР ФОРМЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

Цель работы. Изучение форм поперечного сечения горных выработок и методики определения их размеров в различных горно-геологических и горнотехнических условиях.

Теоретические основы выполнения работы. При подземной разработке полезных ископаемых применяются следующие формы поперечного сечения горных выработок: прямоугольная (рис. 6.1, а), трапециевидная (рис. 6.1, б), арочная (рис. 6.1, в, г), сводчатая (рис. 6.1, д, е), подковообразная с обратным сводом (рис. 6.1, ж), а также полигональная и др.

Наибольшее распространение получили трапециевидная и арочная формы поперечного сечения горных выработок. Первая обеспечивает лучшее использование площади поперечного сечения, вторая – большую устойчивость при возведении в слабых породах.

Выбор формы поперечного сечения горных выработок зависит от величины и направления горного давления, назначения и размера выработки, типа и конструкции применяемой крепи.

Крепь – это строительная конструкция, возводимая в подземных горных выработках для сохранения их заданных размеров и формы, защиты от обрушений и чрезмерных смещений окружающих пород.

Тип, размеры и материал крепи должны соответствовать горно-геологическим условиям и сроку службы выработки.

Деревянную крепь рационально применять в выработках трапециевидной формы поперечного сечения при умеренном горном давлении со сроком службы до 2-3 лет.

Наиболее широко для крепления горных выработок применяют металлическую крепь. Преимущественно выработки крепят арочной податливой трехзвенной (АП-3) или пятизвенной (АП-5) крепями из спецпрофиля СВП.

Монолитную бетонную (железобетонную) крепь применяют при проведении капитальных горных выработок с большим сроком службы – выработки околоствольных дворов, капитальные квершлагги, штреки, бремсберги и уклоны, проводимые по слабым породам.

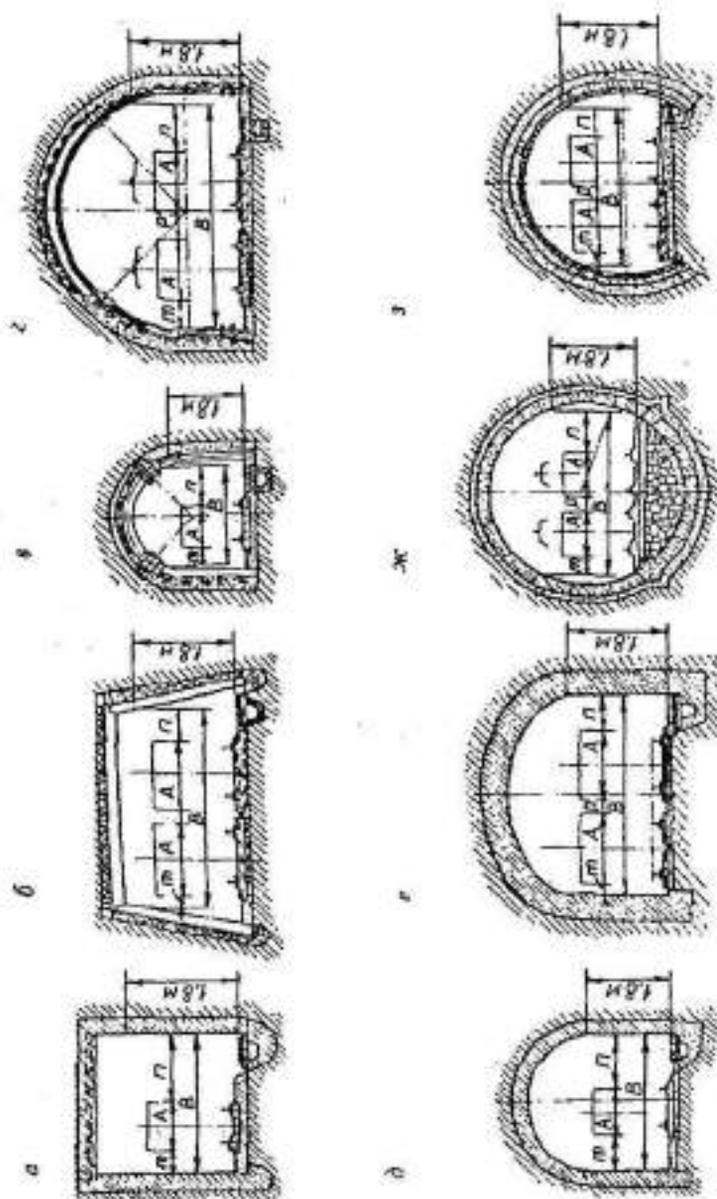


Рис. 6.1.1. Формы поперечного сечения горных выработок

Анкерная крепь представляет собой стержни (анкеры), закрепляемые различными способами в шпурах, пробуренных в определенном порядке в породах кровли и боков выработки. Она обеспечивает возможность использования несущей способности породного массива, снижения материалоемкости применяемых в сочетании с ней крепей и может использоваться:

в качестве самостоятельной в квершлагах, полевых штреках, бремсбергах, уклонах и ходках, в выемочных штреках, вентиляционных сбойках и др.

в комбинации с набрызгбетоном в подготовительных выработках, проводимых в трещиноватых породах;

в качестве временной в камерах и нишах, на сопряжениях горных выработок, с последующим креплением их подпорной крепью;

как средство борьбы с пучением пород почвы – в необходимых породах капитальных и подготовительных выработках. Коэффициент крепости пород по шкале проф. М. М. Протодяконова f должен быть не ниже 4.

Набрызгбетон применяется для крепления горных выработок, проведенных в крепких устойчивых породах с $f \geq 9$, в сочетании с анкерной крепью – может применяться для пород с $f = 6 - 9$.

Крепь из железобетонных тюбингов применяют в капитальных горных выработках, расположенных вне зоны влияния очистных работ.

Площадь поперечного сечения подготовительных выработок рассчитывается исходя из условий нормальной работы средств транспорта (электровозы, вагонетки, конвейеры и др.), числа рельсовых путей, наличия зазоров, предусмотренных ПБ, и подачи к очистному забою с допустимыми скоростями необходимого количества воздуха.

В выработке различают площадь сечения *в свету* (площадь по внутреннему контуру крепи и почве выработки), *в черне* (площадь по наружному контуру крепи, включая затяжку, и почве выработки), в проходке (площадь по контуру пород, которую принимают на 3 – 5 % больше площади в черне), а также размеры выработок до осадки и после осадки крепи.

Тип крепи подготовительных выработок выбирается с учетом запаса сечения на осадку:

- при вертикальных смещениях пород до 300 мм применяется арочная податливая трехзвенная крепь АПЗ;

- при вертикальных смещениях пород от 300 до 1000 мм применяется арочная податливая пятизвенная крепь АП5 ;

- при вертикальных смещениях пород до 1000 мм и горизонтальных до 500 мм рекомендуется податливая крепь типа МПК.

В целях унификации рекомендуются семь типовых сечений выработок с арочной трехзвенной крепью АПЗ, три сечения с арочной пятизвенной крепью АП5 и два сечения с металлической крепью из прямолинейных элементов МПК (табл. 6.1).

Таблица 6.1

Типовые площади сечения подготовительных выработок

Тип крепи	Площадь сечения в састу, м ²			Размер выработки до осадки, м	
	после осадки	до осадки	в проходке	высота H	ширина B
АПЗ	5,2	6,4	8,2	2,79	2,46
АПЗ	6	7,3	9,3	2,87	2,78
АПЗ	7,1	8,5	10,8	3,13	3,07
АПЗ	8,9	10,1	12,9	3,26	3,69
АПЗ	11,2	12,8	15,9	3,58	4,25
АПЗ	12,	14,5	17,8	3,69	4,7
АПЗ	16,4	17,2	20,8	4,11	5,11
АП5	7,1	10,3	12,1	3,52	3,55
АП5	8,9	12,5	15,1	3,64	4,16
АП5	11,2	15,2	18,3	3,95	4,72
МПК	7	7,5	10,5	2,55	2,96
МПК	8,4	9,2	10,9	2,55	3,43

Размеры поперечного сечения выработки в свету определяют графическим путем. При определении размеров поперечного сечения горных выработок необходимо, в первую очередь, иметь данные о размерах вагонеток, скипов (для наклонных выработок), электровозов (приложение 2) и самоходного оборудования, а также выполнять требования Правил безопасности (ПБ) по зазорам.

Все выработки, по которым производится транспортирование грузов, должны иметь зазоры между крепью или размещенным в выработках оборудованием и наиболее выступающей кромкой габарита подвижного состава не менее 700 мм со стороны прохода лю-

лей, а с другой стороны – не менее 250 мм при рамных конструкциях крепи, и 200 мм – при сплошных видах крепи. Указанные зазоры должны быть выдержаны на высоте выработки не менее 1800 мм.

Зазор между встречными электровозами (вагонетками) в двухпутных выработках по наиболее выступающей кромке габарита электровоза (вагонетки) должен быть не менее 200 мм.

Во всех выработках, оборудованных конвейерной доставкой, ширина прохода должна быть с одной стороны от конвейера не менее 700 мм, а с другой – не менее 400 мм. Расстояние от верхней выступающей части конвейера до верхняка должно быть не менее 500 мм.

В горизонтальных выработках, оборудованных конвейерами и рельсовым транспортом, а также в горизонтальных и наклонных выработках, оборудованных конвейерным и монорельсовым транспортом, зазор между конвейером и крепью должен быть не менее 400 мм, между конвейером и подвижным составом – не менее 400 мм, между подвижным составом и крепью – не менее 700 мм.

При применении самоходного оборудования зазоры между габаритом подвижного состава и крепью выработки со стороны свободного прохода для людей должны быть не менее 1,2 м, а с противоположной стороны – 0,5 м.

Высота подвески контактного провода должна быть не ниже 2 м от головок рельсов, а при механической доставке людей по выработке или при наличии отдельных выработок либо отделения для передвижения людей – на высоте не менее 1,8 м. В местах подвески расстояние контактного провода от верхняка крепи должно быть не менее 0,2 м.

Установленные ПБ зазоры должны выдерживаться в течение всего срока службы выработки. В связи с этим выработки, подверженные влиянию очистных работ и закрепляемые податливыми крепями, должны иметь первоначальные размеры на 10 – 20 % больше, чем это требуется в соответствии с вышеприведенными условиями.

С учетом изложенного первоначально определяется необходимая ширина выработки (B , м) по формулам:

$$\text{однопутной} \quad B = m + A + n; \quad (6.1)$$

$$\text{двухпутной} \quad B = m + 2A + p + n; \quad (6.2)$$

$$\text{конвейерной} \quad B = a' + A + n, \quad (6.3)$$

где m - зазор между подвижным составом и крепью

(с неходовой стороны $a = 0,25$ м);

a' - зазор между конвейером и крепью, $a' = 0,4$ м;

p - зазор между подвижными составами, $p = 0,2$ м;

n - ширина прохода для людей, $n = 0,7$ м;

A - габариты подвижного состава или конвейера, м
(см. приложение 2).

По полученной ширине из табл. 6.1 принимается ближайшее типовое сечение и тип крепи. Примеры сечений горных выработок приведены в приложении 3. Далее площадь поперечного сечения выработки в свету проверяют на скорость движения вентиляционной струи:

$$V_{\max} = \frac{Q}{S_{\text{св}}} \geq V_{\min}, \quad (6.4)$$

где V_{\max} - максимально допустимая скорость движения воздушной струи для главных шахтных стволов 12 м³/с;

для откаточных штреков, квершлаггов, бремсбергов, уклонов – 8 м/с; для остальных выработок – 6 м/с;

Q - количество воздуха, проходящего по данной выработке, м³/с;

$S_{\text{св}}$ - площадь поперечного сечения выработки в свету, м²;

V_{\min} - минимальная скорость движения воздуха, $V_{\min} = 0,25$ м/с.

Если неизвестна величина Q , то $S_{\text{св}}$ можно определять по формуле

$$S_{\text{св}} = 0,00154 \frac{A_{\text{св}} q K}{V_{\text{д}}}, \quad (6.5)$$

- где $A_{оз}$ - нагрузка на очистной забой, т/сут;
 q - относительная газообильность лавы, м³/т;
 K - коэффициент запаса, принимается $K = 1,5$;
 V_d - предельно допустимая скорость движения воздуха по выработке, м/с.

Принимается большее из двух сечений, определенных по габаритам средств транспорта и по фактору проветривания.

Плотность установки крепи в подготовительной выработке зависит от прочности вмещающих пород: при коэффициенте $f \leq 3$ плотность принимается равной 1,1 - 1,5 рам/м; при $f = 4 - 6$ - 0,8 - 1,1 рам/м; при $f > 6$ - 0,8 - 1 рам/м.

При проведении подготовительной выработки по пласту угля забой располагают в сечении штрека так, чтобы пласт занимал как можно большую площадь сечения и была обеспечена наиболее простая перегрузка угля с конвейера лавы на штрек. В этой связи целесообразна подрывка почвы пласта.

Пример. *Определить поперечное сечение откаточного штрека, пройденного смешанным забоем по пласту мощностью 1,6 м с углом залегания 9° и коэффициентом крепости $j = 1,4$. Почва и кровля пласта представлены мелкозернистым алевролитом ($f = 4-5$, плотность $\gamma = 2,2$ т/м³). Откатка грузов по выработке производится аккумуляторным электровозом АМ - 8Д в вагонетках УВГ - 3,3. Выработка двухпутная, ширина колеи 900 мм. Количество воздуха, преходящего по выработке $Q = 50$ м³/с.*

Решение. Учитывая физико-механические свойства горных пород, окружающих откаточный штрек, и нахождение его в зоне влияния очистных работ, принимаем арочную податливую крепь.

Следовательно, форма поперечного сечения штрека будет сводчатая.

Для удобства погрузки угля с конвейера лавы в вагонетки на штреке принимаем подрывку почвы пласта. Пласт в сечении штрека располагаем так, чтобы высота подрывки кровли была минимальной, иначе это затруднит управление горным давлением на сопряжении лавы с откаточным штреком (рис. 6.2).

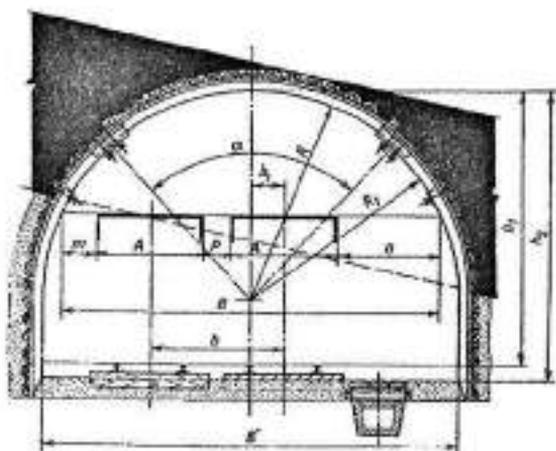


Рис. 6.2. Схема к определению поперечного сечения

Минимальная ширина штрека в свету на уровне подвижного состава определяется по формуле (6.2)

$$B = 0,25 + 2 \cdot 1,35 + 0,2 + 0,7 = 3,85 \text{ м.}$$

По полученному размеру $B = 3,85$ м принимаем типовое сечение согласно табл. 6.1. Применяем трехзвенную податливую крепь. Плотность установки крепи – одна рама на 1 м выработки. По типовым сечениям выбираем площадь сечения штрека, закрепленного арочной трехзвенной крепью.

Площадь сечения откаточного штрека: в проходке $S_1 = 15,9 \text{ м}^2$, в свету до осадки $S_2 = 12,8 \text{ м}^2$, после осадки $S_3 = 11,2 \text{ м}^2$.

Минимальное сечение выработки по фактору проветривания определяется по формуле (6.4)

$$S_{\text{св}} = \frac{50}{8} = 6,25 \text{ м}^2.$$

Принимается большее из двух сечений – сечение, определенное по габаритам средств транспорта, т. е. $S_{св} = 11,2 \text{ м}^2$.

Коэффициент присечки боковых пород при этом

$$K_p = \frac{15,9 - 6,4}{15,9} 100 \% = 60 \%$$

Порядок выполнения работы

1. После ознакомления с теоретическими основами выполнения работы в лабораторных условиях осуществляется изучение паспортов проведения и крепления горных выработок на шахтах.

2. По заданным горно-геологическим и горнотехническим условиям (табл. 6.2) обосновываются формы и размеры проводимой выработки.

Таблица 6.2

Исходные данные для выполнения работы

Показатель	Вариант				
	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6
Тип выработки	бремс-берг	уклон	откат. штрек	бремс-берг	откат. штрек
Мощность пласта, м	1,5	1,2	2,0	1,4	1,8
Угол падения пласта, град	15	10	25	18	20
Коэффициент крепости пород:					
Нагрузка на лаву, т/сут	600	500	1400	1100	1300
Относительная газообильность, м ³ /т	15	17	6	20	25
Показатель	Вариант				
	6	7	8	9	10
Тип выработки	уклон	конв. штрек	вент. штрек	откат. штрек	Уклон
Мощность пласта, м	1,7	1,6	1,4	1,9	2,0
Угол падения пласта, град	12	30	22	15	6
Коэффициент крепости пород:					
Нагрузка на лаву, т/сут	1200	700	800	1700	2000
Относительная газообильность, м ³ /т	10	8	15	12	8

Продолжение табл. 6.2

Показатель	Вариант					
	11	12	13	14	15	
Тип выработки	уклон	откат, штрек	вент. штрек	конв. штрек	Уклон	
Мощность пласта, м	1,7	1,0	2,3	1,4	1,8	
Угол падения пласта, град	5	25	11	22	10	
Коэффициент крепости пород:	кровли	3,0	2,1	4,3	3,5	4,0
	почвы	3,5	2,9	3,6	4,0	3,8
Нагрузка на лаву, т/сут	920	600	2200	7500	2000	
Относительная газообильность, м ³ /т	12	14	6	13	8	
Показатель	Вариант					
	16	17	18	19	20	
Тип выработки	откат, штрек	бремс- берг	откат, штрек	бремс- берг	бремс- берг	
Мощность пласта, м	1,7	1,6	1,4	1,5	1,8	
Угол падения пласта, град	18	12	15	12	8	
Коэффициент крепости пород:	кровли	4,3	3,5	5,0	3,7	3,0
	почвы	3,7	3,8	4,0	2,4	3,2
Нагрузка на лаву, т/сут	1300	900	1000	800	1400	
Относительная газообильность, м ³ /т	12	14	5	15	10	

3. Обосновываются площадь поперечного сечения выработки, тип крепи и шаг ее установки.

4. Выбирается схема расположения забоя выработки по углю и устанавливается коэффициент присечки пород.

Контрольные вопросы

1. Какие основные факторы определяют форму и размеры поперечного сечения подготовительных выработок?

2. Что такое крепь?

3. Поясните основные принципы выбора типа крепи подготовительных выработок.

4. Какие функции может выполнять анкерная крепь?

Рекомендуемая литература

1. Шахтное и подземное строительство, проведение горизонтальных и наклонных выработок: учебное пособие / под общ. ред. М. В. Корнилова. – Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 2002. - 188 с.
2. Подземная разработка пластовых месторождений. Теоретические и методические основы проведения практических занятий: учебное пособие / О. В. Михеев [и др.]; под общ. ред. Л. А. Пучкова. - М.: Изд-во Моск. гос. горного ун-та, 2001. - 487 с.

7. ВЫБОР МЕСТА ЗАЛОЖЕНИЯ СТВОЛОВ

Цель работы. Приобретение навыков по выбору места заложения главного и вспомогательного стволов при различных горно-геологических и горнотехнических условиях разработки шахтного поля.

Теоретические основы выполнения работы. Выбор места заложения стволов определяется многими горно-геологическими и горнотехническими факторами.

К основным горно-геологическим факторам следует отнести следующие: мощность и угол падения пластов; количество рабочих пластов в шахтном поле; размеры шахтного поля по простиранию и падению; расстояние между обрабатываемыми пластами; газообильность и водообильность угленосного массива; физико-механические свойства вмещающих пород; нарушенность месторождения и рельеф поверхности.

Горнотехнические факторы, определяющие выбор места заложения стволов, могут быть следующие: безопасность ведения горных работ; суточная мощность шахты и средняя нагрузка на очистной забой; количество подготовительных и очистных забоев; запасы шахтного поля и др.

На выбор места заложения стволов определенное влияние оказывают и социально-экономические факторы: учет требований охраны окружающей среды; отвод и очищение технических вод, удаление отходов производства; наличие подъездных путей, электро-снабжения, водоснабжения и развитие инфраструктуры. Место заложения главного ствола определяется экономическими расчетами после учета вышеперечисленных факторов. При этом необходимо обеспечить минимальные первоначальные капитальные затраты и эксплуатационные расходы. Однако поиск оптимума комплекса горно-геологических, горнотехнических и социально-экономических аспектов, характерных для каждой конкретной ситуации, остается до сих пор не решенным.

При близкой к прямоугольной конфигурации шахтного поля и выдержанной мощности пластов оптимальное место заложения главного ствола по простиранию будет в середине шахтного поля.

Это определяется эксплуатационными затратами на транспортирование полезного ископаемого, оборудования и материалов.

Центральное расположение главного ствола обеспечивает концентрацию ведения горных работ, улучшение технико-экономических показателей добычи полезного ископаемого.

Выбор места заложения главного ствола вкрест простирания пластов рекомендуется производить по методике акад. Л. Д. Шевякова, согласно которой оптимальный пункт заложения главного ствола находится в пункте сосредоточения грузов на главном квершлагае, к которому по каждому направлению к стволу (справа и слева) свозится сумма грузов, меньшая полусуммы всех грузов, т. е. выполняется следующее условие:

$$\begin{aligned} \Sigma Z_{\text{сп}} &< Z/2; \\ \Sigma Z_{\text{сп}} &< Z/2, \end{aligned} \quad (7.1)$$

где Z - сумма всех грузов, транспортируемых к стволу, т.

Оптимальная точка своза грузов совпадает с точкой приложения такого груза, при котором сумма всех грузов делится пополам.

Если вскрытие шахтного поля производится не одним, а несколькими квершлагами, расположенными на разных горизонтах, то определение места заложения главного ствола, обеспечивающего минимальные транспортные расходы по всем квершлагам, производится следующим образом. Внизу чертежа схемы вскрытия, выполненной в масштабе, проводят горизонтальную линию АБ и проектируют на нее все пункты сосредоточения грузов на транспортных квершлагах. Проекция пунктов на прямую нумеруют слева направо. В точке проекций переносятся соответствующие грузы и находят оптимальный пункт, в котором выполняются неравенства (7.1). При равных размерах шахтного поля и этажа по простиранию и падению и одинаковой плотности угля всех пластов свиты данные, выражающие запасы угля, подлежащие транспортированию, можно заменить пропорциональными им мощностями пластов.

Пример 1. Выбрать место заложения главного ствола вкрест простирания шахтного поля, оптимальное по фактору подземного транспорта, при следующих условиях: число разрабатываемых пластов - 4; мощности пластов: $m_1 = 1,0$ м, $m_2 = 0,9$ м, $m_3 =$

$= 0,7 \text{ м}$, $m_4 = 0,8 \text{ м}$; угол падения пластов – 60° ; расстояние между пластами: $a_1 = 60 \text{ м}$, $a_2 = 45 \text{ м}$, $a_3 = 50 \text{ м}$; размер шахтного поля по падению – $H = 500 \text{ м}$; количество транспортных горизонтов – 3.

Решение. В масштабе вычерчиваем схему вскрытия шахтного поля (рис. 7.1), проводим параллельно квершлагам линию АБ, на которую проецируем все точки пересечения транспортных квершлагов с пластами. В полученных точках сосредоточены соответствующие грузы. Так как размеры шахтного поля, этажей и плотность угля одинаковы для всех пластов, то заменяем грузы (промышленные запасы угля в этаже по каждому пласту) пропорциональными им величинами – мощностями пластов. Затем на транспортном пути 1...12 отыскиваем графическим способом оптимальное место заложения главного ствола. Из рисунка видно, что полусумма грузов располагается между пунктами 5 и 6. Следовательно, место заложения ствола может находиться в любой точке этого участка.

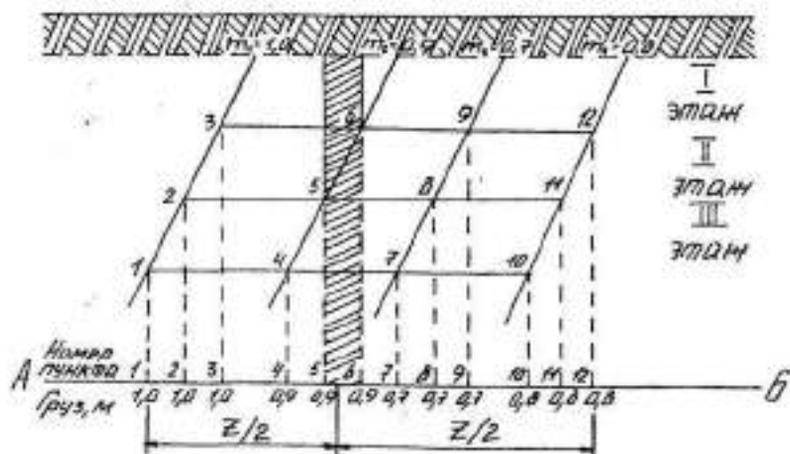


Рис. 7.1. К определению места заложения главного ствола

Пример 2. Выбрать место заложения ствола шахты в направлении простирания пласта, обеспечивающее минимальную работу подземного транспорта угля при следующих условиях: разра-

батывается пласт угля с переменным углом падения и невыдержанной мощностью; способ подготовки шахтного поля – этажный; этажи делятся на выемочные поля разной длины из-за невыдержанных элементов залегания пластов.

Решение. Грузы (запасы выемочных полей), подлежащие транспортировке по этажным штрекам, показываются на плане шахтного поля (рис. 7.2). Точки сосредоточения грузов (точки пересечения участковых бремсбергов с этажными штреками) для удобства нумеруются.

На горизонтальную линию АБ проектируем все точки пересечения этажных штреков с участковыми бремсбергами. В этих точках сосредотачиваются величины соответствующих грузов. Затем на транспортном пути 1...12 отыскиваем графическим способом оптимальный пункт своза грузов. В данном случае он находится между пунктами 11 и 3.

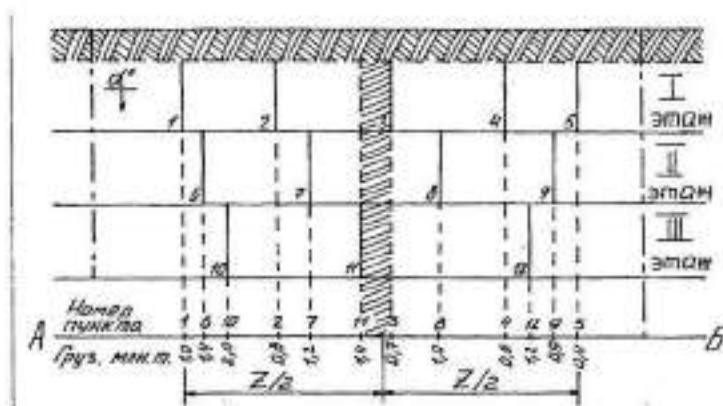


Рис. 7.2. К определению места заложения ствола в направлении простирания пласта

Порядок выполнения работы. После ознакомления с теоретическими основами выполнения работы студенты в лабораторных условиях изучают место заложения главного ствола с использованием планов горных работ, макетов и планшетов.

На основании исходных данных (табл. 7.1) студенты вычерчи-

Таблица 7.1

Исходные данные для выполнения работы

Номер варианта	Размеры шахтного поля, м		Мощность угольных пластов, м				Расстояние между пластами, м			Угол падения пластов, α , град
	S	H	m_1	m_2	m_3	m_4	a_1	a_2	a_3	
1	5000	2380	2,5	4,5	3,8	-	15	32	-	27
2	5500	1800	1,8	2,4	2,8	-	40	60	-	35
3	4720	2100	3,9	2,1	-	-	70	-	-	30
4	4800	1900	4,5	2,5	1,8	3,2	20	15	60	38
5	5800	2300	2,0	3,1	1,5	5,0	40	35	80	30
6	4650	1600	1,2	1,8	2,1	1,5	25	15	40	45
7	3800	1200	4,2	2,9	3,5	-	60	40	-	60
8	5100	1700	1,3	2,0	1,8	1,5	30	50	20	32
9	4250	1400	2,7	1,8	3,6	-	80	30	-	28
10	6000	7000	2,0	3,1	1,6	2,2	10	60	20	35
11	3950	1350	1,5	1,8	2,5	1,2	20	70	30	40
12	7200	3000	3,1	3,3	1,7	2,0	45	20	60	22
13	4660	1380	1,6	2,4	4,1	-	70	30	-	34
14	3820	1160	2,8	1,7	1,5	-	25	40	-	55
15	6500	2800	1,4	3,6	4,2	5,0	18	35	50	36
16	4280	1120	3,1	1,5	2,6	2,8	40	25	70	42
17	5400	1460	1,9	2,7	1,4	2,3	20	38	55	50
18	7000	4000	2,0	1,5	2,2	3,3	40	20	15	28
19	5060	1700	1,4	1,7	2,0	-	30	40	-	25
20	6000	3100	1,5	3,0	2,5	2,0	25	18	30	27
21	3720	1330	1,3	1,8	1,9	2,5	12	30	38	37
22	4740	158	2,2	1,4	2,7	-	2	42	-	30

вают схему выбора места заложения ствола вкрест простирания и на плане шахтного поля. При этом производятся необходимые расчеты.

Контрольные вопросы

1. Назовите основные горно-геологические факторы, влияющие на выбор места заложения главного ствола.
2. Каковы достоинства и недостатки центрального расположения главного ствола в шахтном поле?
3. В чем заключается сущность методики акад. Л. Д. Шевякова по выбору места заложения главного ствола?
4. При каких условиях величины транспортируемых грузов можно заменить мощностями разрабатываемых пластов?

Рекомендуемая литература

1. Примеры и задачи по технологии горного производства / Ю. К. Нурмухамедов. - М.: Недра, 1973. - 296 с.
2. Технология подземной разработки пластовых месторождений полезных ископаемых. - 2-е изд., перераб. и доп. / А. С. Бурчаков, Н. К. Гринько, А. Б. Ковальчук - М.: Недра. - 536 с.

8. СПОСОБЫ ДЕЛЕНИЯ ШАХТНОГО ПОЛЯ НА ЧАСТИ И ПОРЯДОК ЕГО ОТРАБОТКИ

Цель работы. Изучение способов деления шахтного поля на части, порядка и направления отработки шахтного поля в пространстве и времени в зависимости от горно-геологических и горнотехнических условий.

Теоретические основы выполнения работы. Шахтное поле угольной шахты не может разрабатываться одновременно по всей площади из-за его больших размеров. Для обеспечения системной и безопасной отработки шахтного поля его делят на части, удобные для разработки, – выемочные ступени (выемочные горизонты), крылья, блоки, этажи, панели, выемочные столбы и полосы. Параметры этих частей шахтного поля должны соответствовать условиям эффективного использования существующей и прогнозируемой горной техники и технологии.

Разделение шахтного поля на части зависит от ряда горно-геологических и горнотехнических факторов, основными из которых являются угол падения пластов, газосбильность месторождения, технология и механизация очистных работ.

Горизонт (ступень) – часть шахтного поля, одной из границ которого по падению является главный транспортный штрек, а другой – верхняя или нижняя граница шахтного поля. Боковыми границами горизонта служат границы шахтного поля по простиранию.

Транспортным горизонтом называют совокупность вскрывающих, подготовительных выработок и выработок околоствольного двора, расположенных на одном уровне и служащих для транспортирования угля к стволу.

Часть шахтного поля, ограниченная по падению и восстанию смежными транспортными горизонтами или транспортным горизонтом и границей шахтного поля, а по простиранию границами шахтного поля, называют **выемочной ступенью** (выемочным горизонтом).

Наклонная высота выемочной ступени изменяется в широких пределах: от 100 - 150 м при крутом падении пластов до 1500 – 2000 м и более - при пологом.

При одnogоризонтном вскрытии пологих пластов (с одним

транспортным горизонтом) шахтное поле обычно делят по падению на две части – бремсберговую ($H_{бр}$) и уклонную (H_y) независимо от способа подготовки (рис. 8.1).

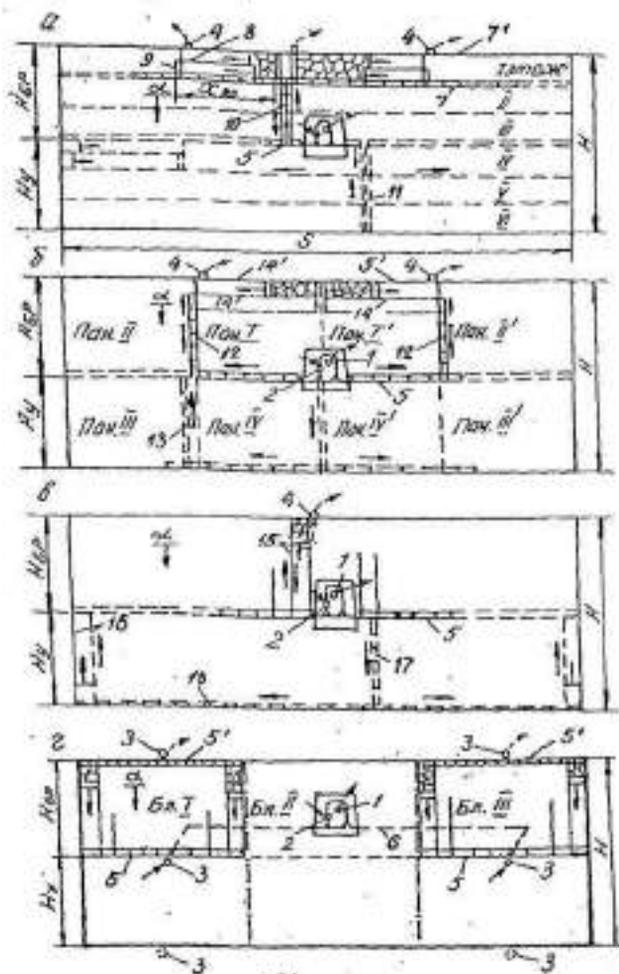


Рис. 8.1. Деление шахтного поля: на этажи (а); на панели (б); на выемочные ступени, обрабатываемые длинными столбами по падению и восстанию (в); на блоки (г)

По простиранию шахтное поле делится на **крылья**. Под крылом понимается часть шахтного поля, расположенная по одну сторону от главной вскрывающей выработки. Как правило, шахты отработывают двухкрылые шахтные поля. Крылья обычно обозначают частями света (западное, восточное и др.).

Блок – часть шахтного поля, характеризующаяся независимым проветриванием. Для этого проводятся блоковые воздухоподводящие и воздухоотводящие стволы *3* (см. рис. 8.1, 8.2). Уголь из всех блоков по магистральному полевому штреку *б* доставляется к главному стволу *1*, располагаемому в центральном блоке. Размер блоков по простиранию обычно колеблется в пределах 3,0 – 4,5 км.

Границами блока по простиранию являются границы соседних блоков, а также одной из границ крайних блоков служат границы шахтного поля. Границами блоков по падению и восстанию являются границы шахтного поля.

К разделению шахтного поля на блоки прибегают при большой производительной мощности шахты, больших размерах шахтного поля, высокой газообильности месторождения.

При крутом, крутонаклонном, наклонном и, реже, пологом падении шахтное поле разделяется на этажи. **Этажом** называется часть шахтного поля, ограниченная по падению этажным откаточным штреком *7*, по восстанию этажным вентиляционным штреком *7'*, по простиранию – границами шахтного поля (см. рис. 8.1, *а*). При пологом падении в пределах выемочной ступени обычно располагается несколько этажей, соединяемых с транспортным горизонтом капитальными бремсбергами *10* и капитальными уклонами *11*.

При наклонном и пологом падении этаж, как правило, разделяется промежуточными штреками *8* на 2 - 3 подэтажа. Часть этажа по простиранию, заключенная между участковыми бремсбергами *9*, скатами и уклонами, а также между промежуточными квершлагами, называется **выемочным полем** ($x_{вп}$ на рис. 8.1, *а*). Длина выемочного поля по простиранию на пологих пластах принимается в пределах 1000 - 2000 м, на крутых – 300 - 600 м.

При углах падения до 18 – 25 ° выемочная ступень по простиранию может быть разделена на панели (см. рис. 8.1, *б*). **Панелью** называется часть шахтного поля, ограниченная по восстанию и па-

денно главными штреками (откаточным *5* и вентиляционным *5*) либо с одной стороны границей шахтного поля, а по простиранию - границами соседних панелей или границей соседней панели с одной стороны и границей шахтного поля - с другой. Панели могут быть бремсберговыми и уклонными (см. рис. 8.1, б). Как и выемочные поля, они могут быть односторонними и двусторонними. Размеры панелей по простиранию находятся в пределах 1200 - 3500 м, а по падению - 1000 - 1200 м. По падению панели делятся на ярусы. **Ярус** - одновременно обрабатываемая часть панели, ограниченная по падению конвейерным *14*, по восстанию вентиляционным *14* ярусными штреками. В ярусе обычно располагается одна забой очистной. Возможно деление яруса на подъярусы.

При углах падения пластов до 10° пласт в пределах горизонта делят по простиранию месторождения на выемочные столбы, вытянутые по восстанию или падению от верхней границы горизонта до нижней. Такой способ подготовки называют **погоризонтным** (см. рис. 8.1, в). Выемочные ступени делятся конвейерными и вентиляционными бремсбергами *15* или уклонами *16* на столбы шириной 150 - 250 м, обрабатываемые по падению или восстанию.

Порядок обработки различных частей шахтного поля показан на рис. 8.2.

Порядок обработки шахтного поля - это определенная очередность выемки в пространстве и времени, увязанная со схемами вскрытия и подготовки шахтного поля и его участков.

Этажи (ярусы), как правило, обрабатывают в нисходящем порядке, а по простиранию можно обрабатывать в прямом или обратном порядке.

Порядок обработки свиты пластов устанавливается с учетом принятой производительности шахты и требований безопасности ведения работ.

При выборе порядка обработки частей шахтного поля следует учитывать достоинства и недостатки вариантов. При прямом порядке обработки сокращается срок строительства и обеспечивается быстрое начало эксплуатационных работ, не требуется больших разовых капиталовложений. Однако при этом увеличиваются утечки воздуха, возрастают пожарная опасность и затраты на противопожарную профилактику, значительно увеличиваются расходы на

Части шахтного поля	Порядок обработки	
	прямой	обратный
Блоки		
Столбы по падению (выстаивания)		
Панели		
Зтаны		

Рис. 8.2. Порядок обработки шахтного поля

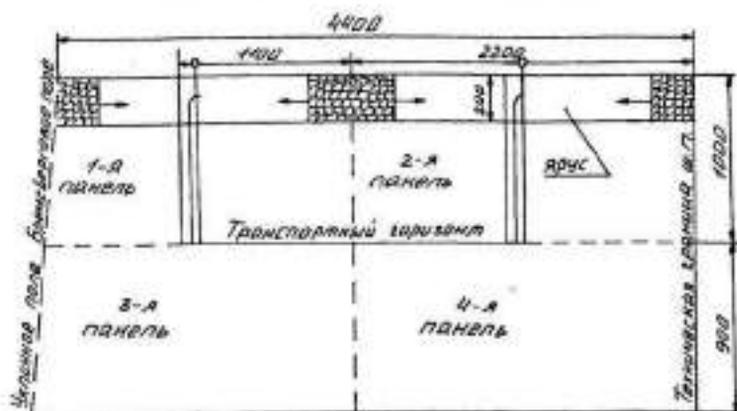


Рис. 8.3. Графическая интерпретация примера

поддержание транспортных и вентиляционных выработок, затрудняется борьба с пожарами.

Пример. Разделить шахтное поле с размерами по простиранию 4,5 км и по падению 1,9 км на части. Обосновать возможные способы деления шахтного поля на части и вычертить их схемы для следующих условий: мощность пласта 2 м, угол падения 16°. Шахтное поле на западе ограничено дизъюнктивным нарушением амплитудой $H=30$ м, а на востоке – технической границей с шахтой «Центральная».

Решение. С учетом заданных условий принимается панельный способ подготовки шахтного поля. По падению шахтное поле делится на бремсберговую ($h_б = 1000$ м) и уклонную ($h_у = 900$ м) части. Панели двусторонние с размерами по простиранию 2200 м. Панель делится на ярусы. Графическая интерпретация примера представлена на рис. 8.3.

Порядок выполнения работы

Первоначально необходимо ознакомиться с теоретическими основами выполнения работы. Затем по планам горных работ определить, на какие части разделено шахтное поле, установить их размеры и порядок отработки.

Далее по заданным условиям (табл. 8.1) осуществляется деление шахтного поля на части и обосновывается порядок их отработки. Принятые решения отображаются графически. При этом графическая часть выполняется в масштабе.

Таблица 8. 1

Исходные данные для выполнения работ

Номер варианта	Размер шахтного поля		Число пластов в шахтном поле	Мощность пластов, м	Угол падения, град	Категория шахты по метану
	по простиранию	по падению				
1	5500	2400	3	1,8; 2,4; 2,8	8	III
2	9000	3000	2	2,9; 3,5	15	Сверхкат.
3	4500	2100	2	2,7; 3,2	27	II
4	6000	2600	1	2,3	18	I
5	4000	1800	2	1,9; 2,6	12	III
6	8000	3000	1	3,1	10	Сверхкат.
7	7000	2700	2	1,8; 2,9	20	III
8	5000	1700	3	2,0; 2,2; 2,0	35	Сверхкат.
9	6350	1950	2	1,7; 3,0	22	II
10	4050	1550	3	3,1; 2,4; 1,8	30	I
11	5200	1800	2	2,5; 3,1	24	II
12	3450	1200	3	1,5; 2,0; 2,5	40	Сверхкат.
13	4250	1400	2	2,4; 3,0	50	II
14	6100	1950	1	3,6	6	I
15	3800	1100	3	1,5; 1,9; 2,6	45	II
16	4000	1420	2	3,2; 2,8	60	III
17	4650	1600	1	4,2	32	III
18	12000	2400	3	1,4; 2,1; 1,8	3	Сверхкат.
19	10000	1200	3	2,9; 3,8; 4,5	15	III
20	5400	2050	2	3,2; 4,3	26	II
21	6300	1980	3	1,9; 2,6; 1,7	18	III
22	7200	2400	2	4,0; 3,7	8	I
23	4630	1420	2	2,6; 3,2	45	II
24	10800	2500	3	3,0; 4,1; 2,5	32	Сверхкат.
25	5800	2100	2	2,2; 2,8	30	II

Контрольные вопросы

1. Что понимается под термином «шахтное поле»?
2. Перечислите основные горно-геологические и горнотехнические факторы, влияющие на способы деления шахтного поля.
3. На какие основные части делится шахтное поле по падению и простиранию?
4. В чем заключается сущность этажного, панельного и погоризонтного способов подготовки шахтного поля?
5. Назовите области применения этажного, панельного и погоризонтного способов подготовки.
6. Порядок отработки шахтного поля при этажном, панельном и погоризонтном способах подготовки.

Рекомендуемая литература

1. Подземная разработка месторождений полезных ископаемых. Подземная разработка пластовых месторождений: учебник для вузов / В. Н. Корнилов.- Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. горного ун-та, 2005. – 494 с.
2. Технология подземной разработки месторождений полезных ископаемых / А. С. Бурчаков [и др.] – М.: Недра, 1983. – 487 с.

9. ИЗУЧЕНИЕ ФАКТОРОВ И КЛАССИФИКАЦИОННЫХ ПРИЗНАКОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ВЫБОР СИСТЕМ РАЗРАБОТКИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

Цель работы. Закрепление и углубление знаний студентов, привитие навыков по определению классификационных признаков систем разработки угольных пластов по планам горных работ.

Теоретические основы выполнения работы

Под **системой разработки** пластовых месторождений понимается порядок проведения подготовительных и очистных работ в пределах выемочного поля, увязанный в пространстве и времени.

Условия залегания угольных месторождений весьма разнообразны, и поэтому выбор системы разработки зависит от многих геологических, технических и организационных факторов, определяющих эти условия. Основными факторами, влияющими на выбор системы разработки угольных пластов, являются: форма залегания пластов в недрах; их мощность и угол падения; строение пластов; свойства угля и вмещающих пород; газоносность и водоносность месторождения; склонность пластов к самовозгоранию; склонность пластов к горным ударам и внезапным выбросам; расстояние между смежными пластами угля; глубина разработки; способы и средства механизации производственных процессов в очистных и подготовительных выработках и др.

Рассмотрим основные из них.

Форма месторождений бывает правильная и неправильная (см. работу № 2). Пластовые месторождения характеризуются тем, что элементы их залегания сохраняются на значительных площадях. Однако довольно часто наблюдаются изменения мощности и угла падения пласта, нарушения его сплошности и др. Поэтому при выборе систем разработки следует предусматривать систему разработки, пригодную для диапазона колебаний элементов залегания пласта или, при необходимости, предусматривать возможность перехода от одной системы к другой.

Мощность пласта определяет способ выемки угля, интенсивность сдвижений вмещающих пород, способ управления горным давлением, а также способ проведения и поддержания подготовительных выработок.

Мощность пласта, как правило, выполняет роль классифицирующего признака систем разработки угольных пластов.

Угол падения пласта также является важным фактором при выборе систем разработки, а в некоторых классификациях - классификационным признаком. Он оказывает влияние на способ доставки угля вдоль очистного забоя, выбор средств механизации очистной выемки, форму и размер очистного забоя, способ управления горным давлением.

Свойства боковых пород оказывают существенное влияние на выбор способа охраны подготовительных выработок, способа управления горным давлением и крепления очистного забоя, средств механизации очистной выемки.

Основными характеристиками вмещающих угольный пласт пород являются их обрушаемость и устойчивость. При неустойчивых породах возникает необходимость использования механизированных крепей с максимальным коэффициентом перекрытия кровли, упрочнение пород кровли или оставление подкровельной пачки угля. На пластах с труднообрушающимися кровлями следует ориентироваться на очистные механизированные комплексы с высоким удельным сопротивлением, а также на проведение специальных мероприятий по разупрочнению пород кровли.

Устойчивость боковых пород предопределяет и расположение подготовительных выработок по пласту или пустым породам.

Газоносность пласта и вмещающих пород. При разработке угольных месторождений из пластов и вмещающих пород выделяются природные газы. При выборе системы разработки и их элементов наибольшее значение с точки зрения проветривания имеют метан (CH_4) и диоксид углерода (CO_2). Наибольшую опасность представляет метановоздушная смесь с содержанием метана 4,5 - 16 %, при котором она становится взрывчатой. На газовых шахтах предпочтительнее прямоточная и обособленная схема проветривания лав.

Водоносность. При высокой водообильности наблюдается вдавливание элементов крепей в породы почвы и интенсивно развивается пучение. Это должно учитываться при выборе вида крепей выработок и способов их охраны. Влияние этого фактора заключается и в том, что работа в обводненных забоях оказывает вредное

воздействие на здоровье рабочих, при этом увеличивается травматизм и снижается производительность труда. Поэтому при разработке обводненных месторождений необходимо применять также системы разработки, при которых либо данное месторождение дренируется, либо полностью исключается поступление воды в призабойное пространство очистного забоя.

Количество воды (м^3), которое выдается из шахты, водоотливными установками на 1 т добычи полезного ископаемого в течение года называют коэффициентом водообильности шахты. Значение его изменяется в широком диапазоне от 0,1 до $35 \text{ м}^3/\text{т}$ и более. В учебных целях по коэффициенту водообильности шахты разделяют на три группы: 1 – незначительная обводненность - $W \leq 1 \text{ м}^3/\text{т}$; 2 – средняя - $W = 1,0 - 4,5 \text{ м}^3/\text{т}$; 3 – высокая - $W > 4,5 \text{ м}^3/\text{т}$.

Склонность угля к самовозгоранию проявляется тем чаще, чем мощнее пласт. Эндотенные пожары обычно возникают в местах геологических нарушений и разрушенных целиках угля. Наиболее пожаробезопасны системы разработки с минимальными потерями угля.

Глубина разработки вносит существенные изменения в разработку месторождений. С глубиной возрастает напряженное состояние горных пород, увеличивается давление на крепь горных выработок, возрастает вероятность возникновения горных ударов и внезапных выбросов газа, угля и породы. Общими рекомендациями при этом являются: опережающая отработка защитных пластов, минимальный объем подготовительных выработок, проведение выработок без оставления целиков угля и повторное их использование и др.

Способы механизации очистных и подготовительных работ весьма тесно связаны с системами разработки. Внедрение в практику горных работ новых средств комплексной механизации очистных работ вызвало необходимость в изменении элементов системы разработки и способов управления горным давлением.

Разнообразие горно-геологических условий залегания угольных пластов и технических средств их выемки предопределяет и многообразие вариантов и разновидностей систем разработки, которые характеризуются различными признаками.

В качестве основного классификационного признака в большинстве классификаций систем разработки принят признак разделе-

ния пласта по мощности на слои (табл. 9.1). В соответствии с этим признаком системы разработки разделяют на два вида – без разделения на слои (с выемкой на полную мощность) и с разделением на слои.

Первый дополнительный признак – длина очистного забоя. По этому признаку системы разработки разделяют на две группы: с длинными очистными забоями и с короткими забоями. Это разделение основывается не только на геометрическом признаке и на больших технологических различиях (виды механизации и организации очистных работ).

Второй признак – порядок проведения подготовительных выработок в выемочном поле по отношению к перемещающейся поверхности очистного забоя. Различают столбовую, сплошную и комбинированную системы разработки.

Для *столбовых* систем разработки характерным является то, что подготовительные выработки в выемочном поле по отношению к перемещающейся поверхности очистного забоя проводятся до начала очистной выемки.

Для *сплошных* систем разработки характерно одновременно-последовательное проведение подготовительных выработок в выемочном поле по отношению к перемещающейся поверхности очистного забоя, часть из них проводится до начала очистной выемки или одновременно с ней.

При *комбинированной* системе разработки можно применять одновременно или последовательно столбовую и сплошную системы разработки.

Третий признак – направление перемещения в пространстве очистного забоя в выемочном поле по отношению к элементам залегания пласта. Различают системы разработки с подвиганием очистных забоев по простиранию, падению, восстанию или диагонально.

Таблица 9.1

Классификационные признаки систем разработки

Классификационные признаки			
Разделение пласта по мощности на слои	Длина очистного забоя	Порядок проведения подготовительных работ в выемочном поле по отношению к подвижной плоскости очистного забоя	Направление перемещения в пространстве очистного забоя в выемочном поле по отношению к элементам залегания пласта
Без разделения на слои	С длинными забоями	Одновременный (сплошной)	По простиранию По падению По восстанию По диагонали
		Последовательный (столбовая)	По простиранию По падению По восстанию По диагонали
		Одновременно-последовательный (комбинированная)	По простиранию По падению По восстанию По диагонали
	С короткими забоями	Одновременный (камерная)	По простиранию По падению По восстанию По диагонали
		Последовательный (короткими столбами)	По простиранию По падению По восстанию По диагонали
		Одновременно-последовательный (камерно-столбовая)	По простиранию По падению По восстанию По диагонали
С разделением на слои: наклонные	С длинными забоями	Последовательный (столбовая)	По простиранию По падению По восстанию По диагонали
	С короткими забоями		По простиранию
	С короткими забоями		По простиранию
Горизонтальные: поперечно-наклонные			По простиранию

Варианты систем разработки могут также отличаться: схемами проветривания в пределах выемочного участка (возвратноточная, прямоточная); способами охраны подготовительных выработок (целиками, без целиков); способами управления горным давлением (с обрушением, с закладкой); способами выемки угля в очистном забое и др. При слоевых системах разработки возможны варианты порядка отработки слоев – нисходящий, восходящий и комбинированный.

Отличительные признаки наиболее широко применяемых систем разработки угольных пластов с выемкой на полную мощность представлены на рис. 9.1.

Применяемые системы разработки в конкретных горно-геологических условиях и их конструктивные особенности находят отражение на планах горных работ – основном документе шахты. На план наносятся все горные выработки (обычно в масштабе 1 : 2000, 1 : 5000 и реже 1 : 10000), отмечаются последовательность и сроки их проведения, а для очистных работ – величина месячного подвигания линии очистного забоя; старые очистные работы отмечаются по годовому подвиганию очистного забоя; указываются тип механизации выемки и способ управления кровлей.

Порядок выполнения работы

После ознакомления с теоретическими основами выполнения работы, а также с примером выполнения работы студент получает план горных работ одной из действующих шахт. По полученному плану горных работ необходимо:

- определить и занести в таблицу (табл. 9.2) горно-геологические и горнотехнические параметры действующих выемочных участков;
- определить на основании отличительных признаков класс системы разработки;
- установить направление движения струи воздуха и транспорта угля на выемочном участке.

Признаки системы		Классификационные признаки			
		Вид системы разработки			
		Сплошная	Столбовая	Комбинированная	
Основные	Порядок ведения очистных и подготовительных работ в выемочном поле	Одновременный	Разновременный	Комбинированный	
	Дополнительные	Условия поддержания участков выработки	В выработочном пространстве или на границе с ним	В массиве угля или в зоне установившегося горного давления	В массиве и выработочном пространстве
		Направление движения очистных забоев и транспорта угля	Противоположное	Совпадает	Совпадает или не совпадает
	Направление движения очистных забоев и исходящей струи воздуха	Противоположное	Совпадает	Совпадает Не совпадает	

Рис. 9.1. Отличительные признаки систем разработки.

Направление движения:

- очистного забоя; — свежей струи воздуха;
 — транспорта угля; — исходящей струи воздуха

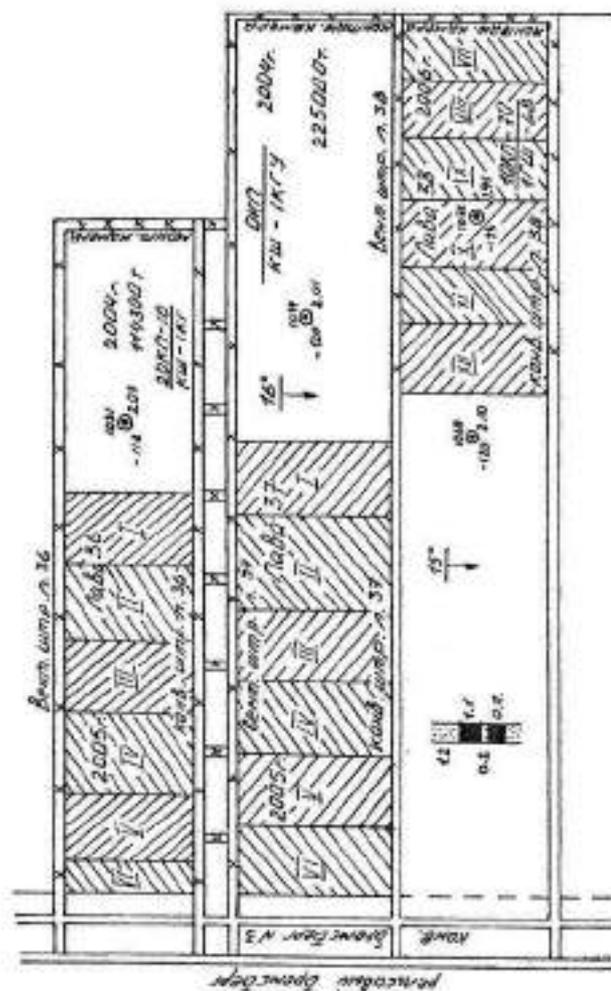


Рис. 9.2. Выкопировка из плана горных работ пласта «Ж» шахты «Калигальная» (масштаб 1 : 5000)

Таблица 9.2

Характеристика действующих выемочных участков

Выемочный участок	Система разработки	Мощность пласта, м	Угол падения, град	Выпадающие породы		Длина лавы, м	Запасы выемочного участка, тыс. т	Способ охраны выработки
				кровля	почва			
Лавы 16	Движение столбы по пространству	2,05	16	Алевролит, песчаник	Аргиллит	150	300,0	Целик-массив
Лавы 17	То же	2,00	16	То же	То же	175	460,7	То же
Лавы 18	- и -	2,10	15	- и -	- и -	160	421,1	Без целика с вторичным использованием

Пример. По плану горных работ (рис. 9.2) устанавливаем следующее:

- 1) шахта «Капитальная» ОАО «Челябинская угольная компания», пласт «Ж», лавы 38;
- 2) мощность пласта $m = 2,1$ м; угол падения $\alpha = 16^\circ$; непосредственная кровля – алевролит мощностью 4 – 8 м; основная кровля – песчаник мощностью 6 – 8 м; почва – аргиллит; глубина ведения работ 250 м; шахта III категории по газу; глубина ведения работ 250 м; шахта III категории по газу;
- 3) очистной забой – лавы длиной 160 м;
- 4) лавы обслуживаются конвейерным и вентиляционным штреками;
- 5) вентиляционным штреком лавы 38 является сохраненный для контрольного использования конвейерный штрек лавы 37;
- 6) очистные и подготовительные работы разделены в пространстве и времени;

7) направление движения исходящей струи воздуха и транспортирования угля совпадает с направлением подвигания лавы.

Данная система разработки имеет классификационные признаки столбовой системы разработки. Полное название системы – «Столбовая система разработки с выемкой одинарными лавами по простиранию».

Контрольные вопросы

1. Назовите основные факторы, влияющие на выбор системы разработки.
2. Как влияет на выбор системы разработки мощность пласта?
3. Как влияет на выбор системы разработки и ее параметры угол падения пласта?
4. Назовите основные признаки классификации систем разработки пластовых месторождений.
5. Назовите главные отличия столбовых систем разработки от сплошных.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Таблица П.1.1

Углы сдвижения пород и ширина предохранительной бермы для основных бассейнов и месторождений

Бассейны или месторождения	Углы падения пластов α , град	Углы сдвижения пород, град				Ширина бермы для объектов охраны, м
		в коренных породах			в наносах	
		β	γ	δ	φ	
Донецкий и Печорский	0...5	85	85	85	60	10
	6...44	90	85	85	60	
	45...65	90	85	85	60	
	66...69	40	90	85	60	
	70...85	30	85	85	60	
Челябинский	0...10	65	65	65	50	10
	11...60	70-0	70	65	50	
	61...65	40	75	65	50	
	66 и более	40	75	65	50	
Воркутинское	0...65	80	80	80	55, в обводненных 45	10
Карагандинский	0...70	70-0,6	70	70	45	10
	70...80	30		70	45	
Подмосковный	0...10	-	-	55	-	5
Кузнецкий	0	80	80	80	55	10
	10...50	82-0	80	80	55	
	51...55	31	80	75	55	
	56...90	30	80	75	55	

Примечание. В Челябинском бассейне углы сдвижения пород β , γ , и δ в подработанной ранее толще пород принимаются на 10° меньше, чем углы, определенные по табл. П.3.1.

При разработке угольных пластов с углами падения более 65° угол сдвижения β_1 в породах лежачего бока изменяется от 55° до 40° обратно пропорционально изменению углов падения от 65° до 90° , т. е. при возрастании угла падения на каждые 5° угол сдвижения уменьшается на 3° .

В Донецком бассейне при наличии в толще меловых и третичных отложений углы сдвижения $\beta = \gamma = \delta = 70^\circ$.

В Печорском бассейне при наличии в наносах плавунцов угол сдвижения φ принимается равным 45° .

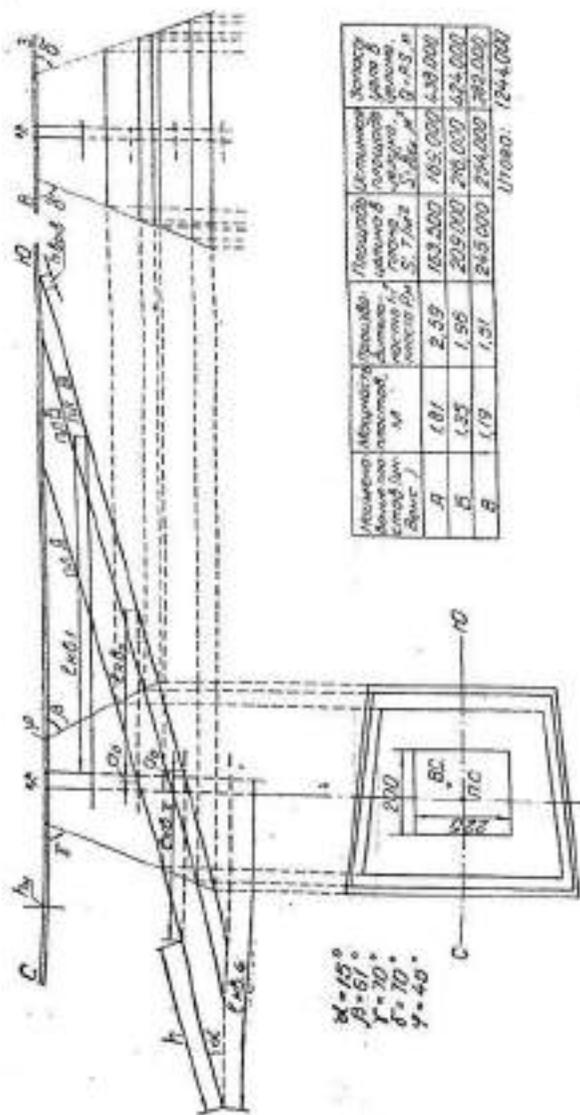


Рис. П. 1.1. Построение предохранительных щитков под промплотадку

Габаритные размеры подвижного состава

Параметры	Шахтные вагоны									
	ВГ-0,7	ВГ-1,2	ВГ-2,0	ВГ-2,2	ВГ-3,3	ВГ-4,5А	ВГ-9А	ВГ-10А	УВГ-1,3	УВГ-1,3
Вместимость кузова, м ³	0,7	1,2	2,0	2,2	3,3	4,5	9	10		1,3
Основные размеры, мм										
Длина	1250	1850	3070	2950	3450	4100	8000	7300		1500
Ширина	850	1000	1250	1200	1240	1350	1350	1800		850
Высота	1220	1300	1200	1300	1300	1550	1550	1600		1300
Колес, мм	600	600, 750	750, 900	600, 750	900	750, 900	750, 900	750, 900		600, 750
Аккумуляторные электровозы										
Тип электровоза	4,5 АРП-2М	САРВ-2М	АРП-7	АРВ-7	АМВД	2АМ-8Д	АРП-10	АРП-14	АРП-28	
Длина по буферам, мм	3300	3480	4200	4200	4550	9470	5500	5865	10870	
Ширина, мм, при размере колея 600 мм	1000	1000	1050	1050	1045	1045	1060	-	-	
Ширина, мм, при размере колея 900 мм	1300	1300	1350	1350	1315	1345	-	1350	1350	
Высота, мм	1310	1450	1500	1500	1415	1415	1650	1650	1650	
Исполнение электрооборудования	РВ	РВ	РВ	РВ	РВ	РВ	РВ	РВ	РВ	РВ

Окончание табл. П.2.1

Контактные электрофоны						
Тип электрофона	ЗКР-600	4КР-1	К-10	К-14	КТ-14	КТ-28
Диаметр по буферам, мм	2900	3120	5200	5440	5440	12300
Ширина, мм, со выступающими частями при колее 600 мм	960	1000	1350	1350	1350	1350
Ширина по выступающим частям при колее 750 и 900 мм	-	1300	1650	1650	1650	1650
Высота, мм	1400	1515	1650	1650	1650	1650
Шахтные коллекторы с шариковой лентой 800 мм						
Тип коллектора	КЛ-150Д, КЛ-150У	1780	177-80	21780	2 ПБ80	1 ПБ80
Максимальная ширина, мм	1080	1108	1108	1108	1108	1108

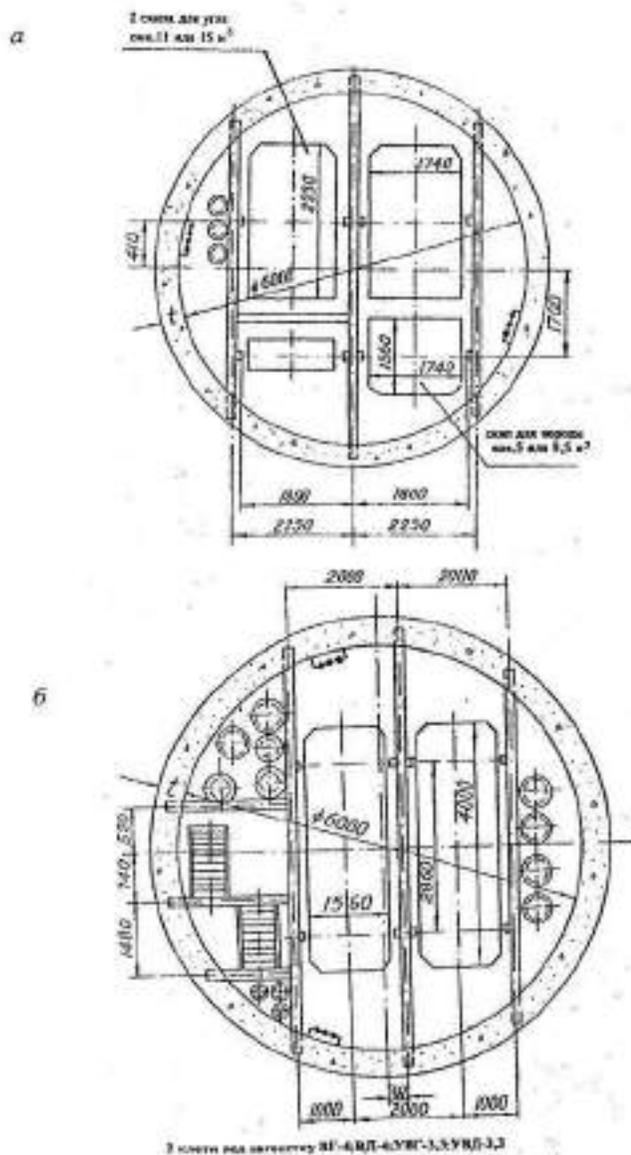


Рис. П. 3.1. Сечение скипового (а) и клетового (б) стволов

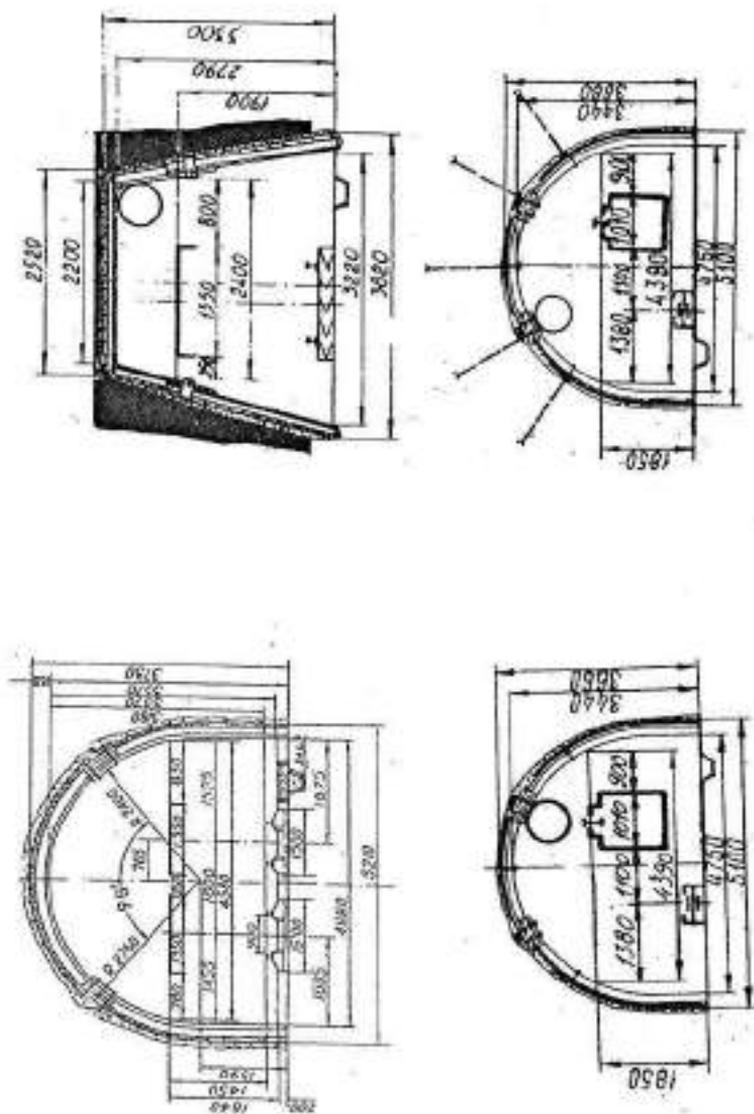


Рис. П. 3.2. Сечение квершлага (а), вентиляционного штреха (б) и бремсберга (в, г)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Горно-геологические условия залегания угольных месторождений весьма разнообразны. Это приводит к различным техническим решениям на различных стадиях их разработки.

На этапе изучения дисциплины «Основы горного дела» при многовариантности решения вопросов во всех звеньях технологической цепи угольной шахты следует освоить основные ее элементы. При этом наибольший эффект в освоении материала достигается в результате прорисовывания чертежей схем графиков и проведения соответствующих расчетов после изучения теоретических вопросов.

Учебное издание

Александр Михайлович Вандышев

Владимир Валентинович Потапов

ОСНОВЫ ГОРНОГО ДЕЛА.
ПОДЗЕМНАЯ ГЕОТЕХНОЛОГИЯ

Учебно-методическое пособие
по выполнению практических работ по дисциплине
«Основы горного дела» для студентов
специальности 21.05.04 Горное дело специализации
«Электрификация и автоматизация горного производства»

Редактор Устьянцева Л.В.
Компьютерная верстка Реснянской И.В.

Подписано в печать 2019 г.
Бумага писчая. Формат 60x84^{1/16}
Гарнитура Times New Roman Печать на ризографе.
Печ. л. Уч.-изд.л. Тираж 100 экз. Заказ №

Издательство УГГУ
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
Уральский государственный горный университет
Отпечатано с оригинал-макета
в лаборатории множительной техники УГГУ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ И ЗАДАНИЯ К
КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**Б1.О.ДВ.01.03 ВЕДЕНИЕ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ
РАБОТ**

Специальность

21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль)

Электрификация и автоматизация горного производства

Автор: Батанин Ф. К. ст. преподаватель, Кочнева Л. В. ст. преподаватель

Одобрена на заседании кафедры
Безопасности горного производства

(название кафедры)

Зав.
кафедрой

(подпись)

Елохин В. Е.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 20.09.2023

(Дата)

Рассмотрена методической комиссией
Горно-механического факультета

(название факультета)

Председате
ль

(подпись)

Осипов П.А.

(Фамилия И.О.)

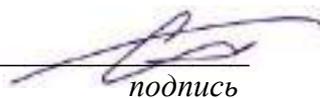
Протокол № 2 от 20.10.2023

(Дата)

Екатеринбург

Методические указания согласованы с выпускающей кафедрой
электрификации горных предприятий

Заведующий кафедрой


подпись

Садовников М. Е.

Оглавление

Методические указания по выполнению контрольной работы.....	4
Контрольная работа №1 «Ликвидация аварий и чрезвычайных ситуаций на горных предприятиях».....	5
Контрольная работа №2 «Тактические приемы аварийно-спасательных работ».....	8

Методические указания по выполнению контрольной работы

В соответствии с учебным планом при изучении дисциплины «Ведение аварийно-спасательных работ» каждый студент специальности 21.05.04 «Горное дело» направленности (профиля) «Электрификация и автоматизация горного производства» выполняет 2 (две) контрольных работы.

Каждая контрольная работа содержит ответ на теоретический вопрос и выполнение практико-ориентированного задания.

Контрольные работы выполняются по следующим темам:

- контрольная работа №1 «Ликвидация аварий и чрезвычайных ситуаций на горных предприятиях»;
- контрольная работа №2 «Тактические приемы аварийно-спасательных работ».

Контрольные работы выполняются студентами в течение семестра и передаются на проверку (рецензирование) преподавателем. Успешное выполнение контрольных работ является обязательным условием допуска студента к сдаче экзамена по дисциплине.

Вариант для выполнения задания выбирается по списку!

К контрольной работе предъявляются следующие требования:

- 1) работа должна быть полностью выполнена и аккуратно оформлена;
- 2) текст работы может быть рукописным или машинописным;
- 3) все страницы должны быть пронумерованы и на каждой оставлены поля (25-30 мм) для замечаний рецензента;
- 4) необходимые схемы и чертежи должны выполняться с использованием чертежных принадлежностей;
- 5) на первой странице необходимо указать вариант контрольной работы и его содержание, в конце работы приводится список использованной литературы, составленный в соответствии с библиографическими требованиями;
- 6) выполненная работа в конце обязательно подписывается студентом с указанием даты ее выполнения;
- 7) работа, оформленная с нарушением перечисленных требований, к рассмотрению не принимается.

Сроки выполнения контрольных работ фиксируются учебным графиком. Выполненная работа рецензируется и оценивается преподавателем («зачтено» или «не зачтено»). В случае отрицательной рецензии студент должен исправить все ошибки и дать исчерпывающие ответы. Стирать или зачеркивать замечания не разрешается. Исправленная работа направляется на повторное рецензирование. Исправления отдельно от работы не рассматриваются.

Контрольная работа №1 «Ликвидация аварий и чрезвычайных ситуаций на горных предприятиях»

I. Теоретический вопрос:

1. Аппараты для защиты органов дыхания и приборы для ее проверки военизированных горноспасательных частей (ВГСЧ).
2. Горноспасательные работы в выработках с непригодной для дыхания атмосферой. Разведка горных выработок.
3. Организация руководства работами по локализации и ликвидации аварии и горноспасательными работами.
4. План мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварии. Назначение, состав и прилагаемые документы.
5. Виды аварий на горных предприятиях и причины их возникновения.
6. Средства защиты и противотепловой защиты военизированных горноспасательных частей (ВГСЧ).
7. Средства первой и медицинской помощи и приборы их проверки военизированных горноспасательных частей (ВГСЧ).
8. Состав и структура военизированных горноспасательных частей (ВГСЧ).
9. Действия лиц, участвующих в локализации и ликвидации аварии.
10. Порядок проведения аттестации аварийно-спасательных служб (формирований) и спасателей
11. Организация подземной базы и связи при ведении горноспасательных работ.
12. Основные задачи, численность, состав, структура, комплектование, оснащение и руководство вспомогательными горноспасательными командами (ВГК).
13. Назначение, принципы деятельности, задачи и функции ВГСЧ. Обеспечение форменной и спецодеждой работников ВГСЧ.
14. Требования к комплектованию военизированных горноспасательных частей (ВГСЧ). Состав ВГСЧ и служебные группы. Условия несения службы, прием на службу, испытание. Режим несения службы. Распорядок дня.
15. Оплата труда работников военизированных горноспасательных частей (ВГСЧ).

II. Практико-ориентированное задание

Для вашего производственного объекта (по материалам технологической практики или практики по получению опыта профессиональной деятельности практик) разработать донесение о ходе ликвидации аварии (пример форм заполняемых документов приведен ниже).

ДОНЕСЕНИЕ О ХОДЕ ЛИКВИДАЦИИ АВАРИИ

Объект:

Вышестоящая организация:

Место аварии:

Характер аварии:

Время возникновения аварии:

Ответственный руководитель работ по ликвидации аварии:

Руководитель горноспасательных работ:

Дата	Часы и минуты	Содержание заданий по ликвидации аварии и срок выполнения	Ответственные лица за выполнение задания	Отметка об исполнении заданий (число, часы, минуты)

Ответственный руководитель ликвидацией аварии _____

Руководитель горноспасательными работами _____

ОПЕРАТИВНЫЙ ПЛАН №

Составлен __ч __мин «__» _____ 20__ г.

Обстановка в шахте:

№ п/п	Описание	Срок выполнения	Ответственный за выполнение
1.			
2.			
3.			

Ответственный руководитель ликвидацией аварии _____

Руководитель горноспасательными работами _____

Контрольная работа №2 «Тактические приемы аварийно-спасательных работ»

I. Теоретический вопрос:

1. Приборы для контроля параметров рудничной атмосферы военизированных горноспасательных частей (ВГСЧ).
2. Средства связи, оповещения и навигации ВГСЧ.
3. Диспозиция выездов подразделений военизированных горноспасательных частей. Путевка на выезд подразделения. Организация командного пункта.
4. Тушение пожаров на объектах ведения горных работ, опасных по газу и (или) пыли.
5. Выезд подразделений военизированных горноспасательных частей для проведения горноспасательных работ.
6. Проветривание горных выработок при локализации и ликвидации последствий аварий.
7. Тушение пожаров методом изоляции горных выработок.
8. Перечень минимального оснащения отделения военизированных горноспасательных частей (ВГСЧ).
9. Ликвидация последствий прорыва воды, заиловки, горной массы.
10. Ликвидация последствий взрывов горючих газов и (или) пыли.
11. Ликвидация последствий горного удара, обрушения горных пород.
12. Тушение пожаров в горных выработках. Способы тушения. Тушение пожара активным способом.
13. Средства и установки для тушения пожаров военизированных горноспасательных частей (ВГСЧ).
14. Тушение пожаров в тупиковых, наклонных и вертикальных горных выработках.
15. Тушение пожаров на объектах ведения горных работ, опасных по газу и (или) пыли.

II. Практико-ориентированное задание

Ведение горноспасательных работ в горных выработках с непригодной для дыхания атмосферой

При работе в горных выработках с непригодной для дыхания атмосферой в баллоне дыхательного аппарата (далее – ДА) со сжатым кислородом или кислородно-азотной смесью (далее - дыхательная смесь) должен резервироваться запас дыхательной смеси, соответствующий давлению 5 МПа (50 атм).

Рабочий запас дыхательной смеси в баллоне ДА, соответствующий давлению 15 МПа (150 атм), следует расходовать исходя из расчета:

при передвижении вверх, по горизонтальным горным выработкам или вниз по горным выработкам с углом наклона до 10° включительно - половину рабочего запаса на передвижение в направлении вперед и половину на возвращение;

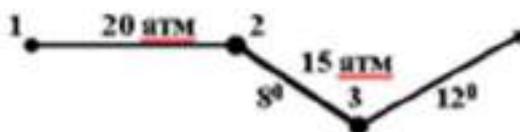
при передвижении по горным выработкам с углом наклона более 10° вниз - одну треть рабочего запаса на передвижение в направлении вперед и две трети - на возвращение.

Если отделение передвигается по горным выработкам с непригодной для дыхания атмосферой с использованием механических транспортных средств, запас дыхательной смеси в баллоне ДА на обратный путь определяется из расчета возвращения пешком.

Вариант 1

1. Определить расход кислорода на движение вперед из точки «3»
2. При каком давлении кислорода в баллоне респиратора отделение возвращается на ПБ.

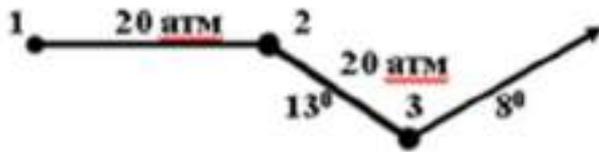
Для расчета принимаем: первоначальное давление в баллоне 210 атм, резерв кислорода 50 атм



Вариант 2

1. Определить расход кислорода на движение вперед из точки «3»
2. При каком давлении кислорода в баллоне респиратора отделение возвращается на ПБ.

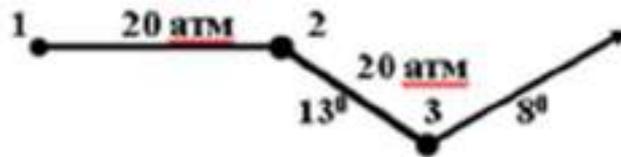
Для расчета принимаем: первоначальное давление в баллоне 200 атм, резерв кислорода 50 атм



Вариант 3

1. Определить расход кислорода на движение вперед из точки «3»
2. При каком давлении кислорода в баллоне респиратора отделение возвращается на ПБ.

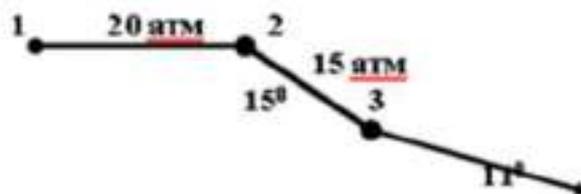
Для расчета принимаем: первоначальное давление в баллоне 210 атм, резерв кислорода 50 атм



Вариант 4

1. Определить расход кислорода на движение вперед из точки «3»
2. При каком давлении кислорода в баллоне респиратора отделение возвращается на ПБ.

Для расчета принимаем: первоначальное давление в баллоне 210 атм, резерв кислорода 50 атм



Вариант 5

1. Определить расход кислорода на движение вперед из точки «3»
2. При каком давлении кислорода в баллоне респиратора отделение возвращается на ПБ.

Для расчета принимаем: первоначальное давление в баллоне 200 атм, резерв кислорода 50 атм

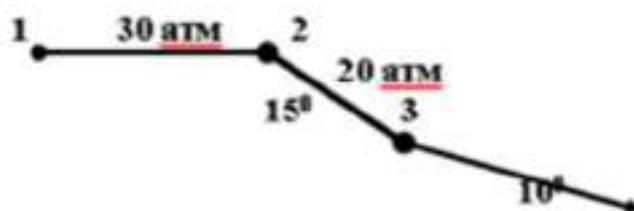


Вариант 6

1. Определить расход кислорода на движение вперед из точки «3»

2. При каком давлении кислорода в баллоне респиратора отделение возвращается на ПБ.

Для расчета принимаем: первоначальное давление в баллоне 210 атм, резерв кислорода 50 атм

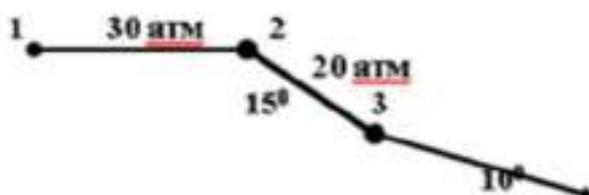


Вариант 7

1. Определить расход кислорода на движение вперед из точки «3»

2. При каком давлении кислорода в баллоне респиратора отделение возвращается на ПБ.

Для расчета принимаем: первоначальное давление в баллоне 200 атм, резерв кислорода 50 атм

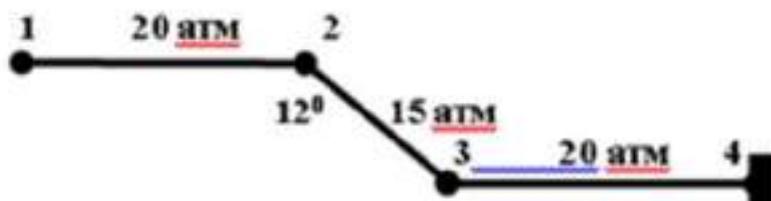


Вариант 8

1. Определить расход кислорода на движение вперед из точки «4»

2. При каком давлении кислорода в баллоне респиратора отделение возвращается на ПБ.

Для расчета принимаем: первоначальное давление в баллоне 190 атм, резерв кислорода 50 атм

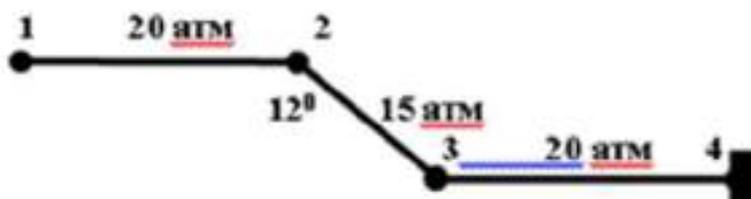


Вариант 9

1. Определить расход кислорода на движение вперед из точки «4»

2. При каком давлении кислорода в баллоне респиратора отделение возвращается на ПБ.

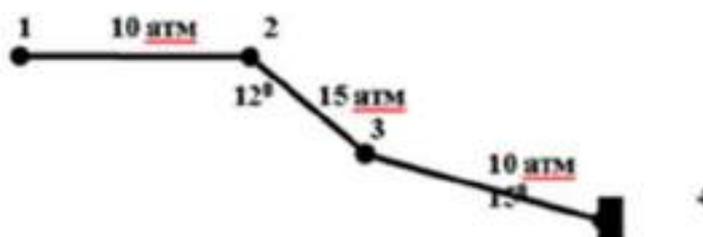
Для расчета принимаем: первоначальное давление в баллоне 200 атм, резерв кислорода 50 атм



Вариант 10

1. Определить расход кислорода на движение вперед из точки «4»
2. При каком давлении кислорода в баллоне респиратора отделение возвращается на ПБ.

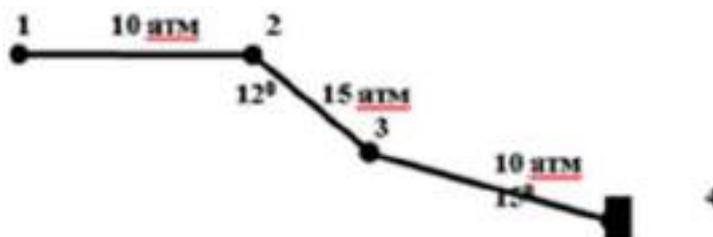
Для расчета принимаем: первоначальное давление в баллоне 210 атм, резерв кислорода 50 атм



Вариант 11

1. Определить расход кислорода на движение вперед из точки «4»
2. При каком давлении кислорода в баллоне респиратора отделение возвращается на ПБ.

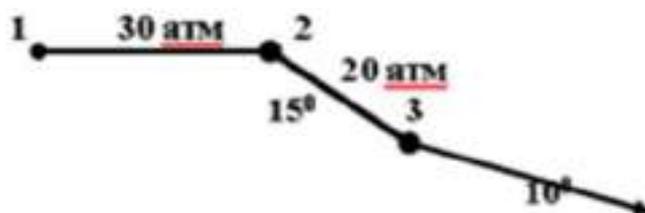
Для расчета принимаем: первоначальное давление в баллоне 200 атм, резерв кислорода 50 атм



Вариант 12

1. Определить расход кислорода на движение вперед из точки «3»
2. При каком давлении кислорода в баллоне респиратора отделение возвращается на ПБ.

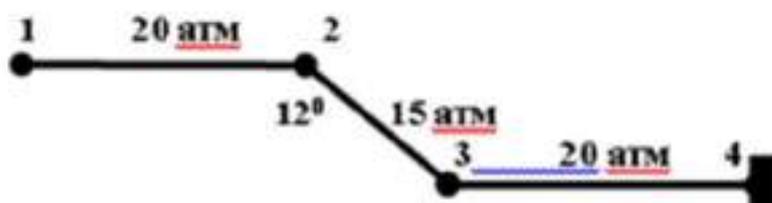
Для расчета принимаем: первоначальное давление в баллоне 195 атм, резерв кислорода 50 атм



Вариант 13

1. Определить расход кислорода на движение вперед из точки «4»
2. При каком давлении кислорода в баллоне респиратора отделение возвращается на ПБ.

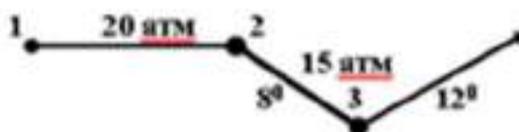
Для расчета принимаем: первоначальное давление в баллоне 195 атм, резерв кислорода 50 атм



Вариант 14

1. Определить расход кислорода на движение вперед из точки «3»
2. При каком давлении кислорода в баллоне респиратора отделение возвращается на ПБ.

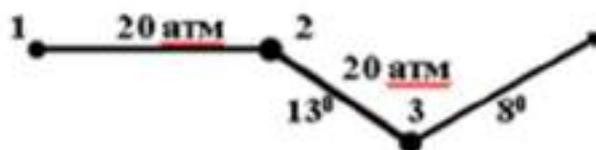
Для расчета принимаем: первоначальное давление в баллоне 195 атм, резерв кислорода 50 атм



Вариант 15

1. Определить расход кислорода на движение вперед из точки «3»
2. При каком давлении кислорода в баллоне респиратора отделение возвращается на ПБ.

Для расчета принимаем: первоначальное давление в баллоне 190 атм, резерв кислорода 50 атм



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
Б1.О.ДВ.01.03 ВЕДЕНИЕ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ
РАБОТ**

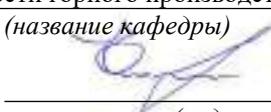
Специальность

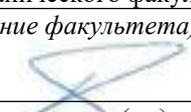
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль)

Электрификация и автоматизация горного производства

Автор: Батанин Ф. К., ст. преподаватель, Кочнева Л. В., ст. преподаватель

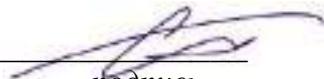
Одобрена на заседании кафедры
Безопасности горного производства
(название кафедры)
Зав. кафедрой

(подпись)
Елохин В. Е.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 1 от 20.09.2023
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией
Горно-механического факультета
(название факультета)
Председатель

(подпись)
Осипов П.А.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 2 от 20.09.2023
(Дата)

Екатеринбург

Методические указания согласованы с выпускающей кафедрой электрификации горных предприятий

Заведующий кафедрой



подпись

Садовников М. Е.

Оглавление

Практическая работа № 1_Определение взрываемости газовой смеси пожарного участка	4
Практическая работа № 2 Ведение горноспасательных работ в горных выработках с непригодной для дыхания атмосферой в зоне высоких температур.....	18
Практическая работа № 3 Определение расхода кислорода при ведении спасательных работ в зоне с непригодной для дыхания атмосферой	26
Практическая работа № 4 Разработка мероприятий по предупреждению и локализации взрывов пылегазовоздушных смесей	32
Практическая работа № 5 Организация работ по проведению искусственной вентиляции легких	17
Практическая работа № 6 Изучение аппаратов связи ВГСЧ	29
Практическая работа № 7 Определение склонности угля к самовозгоранию	52
Практическая работа № 8 Виды и системы позиционирования горнорабочих и транспорта.....	66
Практическая работа № 9 Организация работ по обеспылеванию рудничного воздуха	102
Практическая работа № 10 Организация мероприятий по предупреждению и локализации взрывов пылегазовоздушных смесей.....	80
Практическая работа № 11 Расчет тепловыделений и борьба с избыточным теплом в шахтах.....	112

Практическая работа № 1

Определение взрываемости газовой смеси пожарного участка

Цель работы:

- 1) изучить методику определения взрывоопасности смеси горючих газов при пожарах в шахтах, опасных по газу;
- 2) определить возможность взрыва горючих газов с помощью треугольника взрываемости и научиться выбирать эффективный путь предотвращения взрыва горючих газов.

Порядок выполнения работы

- 1) изучить методические указания и оформить отчет;
- 2) провести проверку остаточных знаний, отвечая на контрольные вопросы;
- 3) получить вариант у преподавателя и выполнить индивидуальное задание.

1. Источники выделения горючих газов в угольных шахтах

Взрывы горючих газов в шахтах относятся к наиболее опасным авариям и приводят, как правило, к групповому травматизму с тяжелыми последствиями. Наиболее распространенными горючими газами, которые могут выделяться в шахтах и образовывать с воздухом взрывоопасные смеси, являются метан, оксид углерода, водород, этан, ацетилен.

Пределы взрываемости в воздухе оксида углерода находятся от 12,5 % до 75 %; водорода от 4,1 % до 74 %; этана от 3,2 % до 12,5 %; ацетилена от 3,0 % до 65 %. По мере снижения концентрации кислорода в газовой смеси (например, за счет добавки инертных газов) пределы взрываемости этих горючих газов уменьшаются.

Наиболее часто встречающаяся в шахтах метано-воздушная смесь взрывается при концентрации метана от 5 до 15 %. Смесь, содержащая до 5 % метана не взрывчата, но может гореть при наличии источника высокой температуры. При концентрации метана более 15 % смесь не взрывчата и не поддерживает горения, а с притоком кислорода извне горит спокойным пламенем в зоне перемешивания этих газов. Наибольшей силы взрыв достигает при концентрации метана 9,5 %, так как в этом случае на его сжигание используется весь кислород воздуха. Температура взрыва метано-воздушной смеси может достигать 2650 °С, если взрыв произошел в замкнутом пространстве, и 1850 °С, если продукты взрыва могут свободно распространяться.

Метан – горючий газ, почти в два раза легче воздуха, поэтому скапливается в верхней части горных выработок, заполняя пустоты в кровле.

Выделение метана бывает обычное, суфлярное и внезапное.

Обычное выделение происходит из невидимых пор и трещин в угле по всей обнаженной поверхности. Количество выделяющегося газа зависит от газоносности пластов – количества газа, содержащегося в тонне угля или породы. Газообильность шахт определяется по количеству метана, выделившегося в единицу времени (сутки).

Абсолютная газообильность – объем метана, выделившийся в шахте за сутки. Относительная газообильность – количество метана, выделившегося в шахте за сутки, отнесенное к 1 т добычи.

Суфлярное выделение – истечение газа, скопившегося в трещинах и пустотах угольного пласта или вмещающих пород, через видимые трещины и отверстия. Суфлярные выделения чаще происходят в районах тектонических нарушений. Продолжительность действия суфляра – от нескольких дней до года и более.

Внезапное выделение – одновременное выделение (выброс) большого объема газов, сопровождающееся выбросом угольной мелочи от нескольких до сотен и даже тысяч тонн.

Шахты, в которых выявлены метан и (или) диоксид углерода и (или) другие вредные и опасные газы, относятся к **опасным по выявленному газу (газовые)**.

Для шахт, опасных по газу, устанавливают категории по газу (метану и (или) диоксиду углерода) в соответствии с таблицей 1.

При проектировании шахт их категории по газу (метану и (или) диоксиду углерода) устанавливают по природной газоносности угольных пластов, планируемых к отработке. Для действующих шахт их категории по газу (метану и (или) диоксиду углерода) устанавливают по данным фактического газовыделения в горные выработки.

Таблица 1

Категория шахт по газу (метану и (или) диоксиду углерода)	Относительная метанообильность, м ³ /т
Негазовые	Метан и (или) диоксид углерода не выявлены
Газовые	
I	До 5
II	От 5 до 10
III	От 10 до 15
Сверхкатегорные	15 и более, суфлярные выделения
Опасные по внезапным выбросам угля (породы) и газа	Пласты, опасные по внезапным выбросам угля (породы) и газа

При превышении концентраций метана в действующих горных выработках шахты горные работы в данных горных выработках останавливают, с электрооборудования, за исключением электрооборудования в исполнении рудничное особовзрывобезопасное, снимают напряжение, персонал выходит в незагазированные горные выработки со свежей струей воздуха, в загазированных горных выработках устанавливают знаки, запрещающие в них доступ. Персонал, работающий в горных выработках, в которых произошло загазирование, сообщает о загазировании горному диспетчеру и принимает меры по снижению концентрации метана до установленной нормы.

Оксид углерода(II), водород, этилен, ацетилен и некоторые другие горючие газы могут образовываться в шахтах при пожарах. Так, в очаге пожара при взаимодействии кислорода с углеродом при недостатке кислорода образуется оксид углерода и выделяется тепло



Взаимодействие углерода с углекислым газом при поглощении тепла приводит также к образованию оксида углерода(II)



При высоких температурах (1200-1300 °С) в очаге пожара происходит разложение водяного пара при взаимодействии с углеродом с образованием оксида углерода и водорода



При более низких температурах (400-700 °С) разложение водяного пара протекает с выделением водорода по реакции



В результате взаимодействия углерода, оксида углерода, углекислого газа с водородом в очаге пожара при отсутствии кислорода происходит образование метана с выделением тепла. Эти реакции наиболее легко протекают при температуре 300-800 °С



2. Причины и особенности процесса воспламенения горючих газов в шахтах

Причинами образования взрывоопасной метановоздушной смеси в угольных шахтах являются:

- прекращение вентиляции по организационным и техническим причинам;
- неудовлетворительное состояние вентиляционных трубопроводов;
- перевал выработок;
- неправильный расчет количества требуемого воздуха;
- скопление метана в выработанном пространстве;
- скопление метана в куполах, слоевые скопления;
- выбросы метана;
- неправильный расчет вентиляционных сооружений;
- неправильное разгазирование атмосферы горных выработок.

Источниками теплового импульса воспламенения метано-воздушной среды могут быть:

- взрывные работы при выгорании взрывчатого вещества и применения накладных зарядов;
- неисправное электрооборудование и кабельные сети;
- трение канатов о дерево и полезное ископаемое, конвейерной ленты о барабаны и роlikоопоры;
- фрикционное искрение;
- курение;
- эндогенный пожар;
- газозэлектросварочные работы и др.

Взрывоопасная смесь метана с воздухом при температуре 600 °С воспламеняется через 10 с, при 1000 °С – воспламеняется через доли секунды, а при температуре 1300 °С взрывается.

Взрывом называется воспламенение, сопровождающееся ударной волной. Быстрый рост давления во фронте пламени, передаваемого от слоя к слою, рождает ударную волну, распространяющуюся перед фронтом пламени со скоростью звука (330 м/с).

Обычное воспламенение горючих газов (скорость движения фронта пламени 0,3-0,6 м/с) может постепенно переходить в обычный взрыв (давление во фронте пламени достигает 1 МПа, скорость движения фронта пламени 10-330 м/с). Взрывное горение может переходить в детонацию скачками, которые вызывают разгон пламени до сверхзвуковой скорости. При детонации давление во фронте пламени достигает 2-5 МПа, а фронт пламени способен распространяться со скоростью 1000-8000 м/с.

Исходя из того, что скорость детонационной волны больше скорости звука, следует, что ее движение вызывается не передачей тепла и диффузией, как при обычном пламени, так как скорость этих процессов не может превышать скорости звука, обусловленной тепловой скоростью молекул.

Давление в детонационной волне более 2 МПа, что достаточно для воспламенения газовой смеси за счет повышения температуры газа при адиабатическом сжатии. Последствия воспламенения горючих газов зависят от множества факторов (объем смеси горючих газов, их концентрация, начальные давление и температура газов, гидравлическое сопротивление продвижению фронта пламени, условия теплоотдачи из очага).

Горение метана может происходить с образованием углекислого газа и воды



В случае горения метана при недостатке кислорода образуется оксид углерода и водород



Экспериментальные взрывы стехиометрических метано-воздушных смесей показали, что в образуемых смесях концентрация углекислого газа может достигать до 8 %, оксида углерода до 8,5 %, водорода до 10 %.

3. Определение взрываемости смеси горючих газов

При перемешивании метана с воздухом концентрация кислорода со смеси снижается по линейной зависимости от 21 % (содержание кислорода в атмосферном воздухе) до 0 при 100 % содержании метана (см. рис. 1). При концентрации метана от 5 % до 15 %, что соответствует содержанию кислорода в смеси от 18 % до 20 %, смесь горит и взрывается.

Однако в реальных условиях шахты концентрация кислорода может быть существенно меньше обозначенных пределов из-за сорбции кислорода углем, поглощения при горении, а также образования и выделения инертных газов. Поэтому пределы взрываемости смесей метана с воздухом при различных концентрациях кислорода (C_k) можно определить по треугольнику взрываемости (рис. 1).

Треугольники взрываемости горючих газов строят по экспериментальным данным, полученным на лабораторной установке. Эксперименты, проведенные со смесями газов, показали, что взрывоопасные концентрации расположены в области, имеющей форму треугольника (область 2).

Из рисунка 1 видно, что наблюдается постепенное сужение нижнего и верхнего концентрационных пределов взрываемости смеси метана с воздухом вплоть до выхода в точку при объемной доле кислорода, равной 12,2 %. Это связано с цепным механизмом передачи теплового импульса зажигания. В области 3 для осуществления цепной реакции окисления недостаточно молекул метана, в области 4 – молекул кислорода.

Треугольник взрываемости для других горючих газов имеет тот же вид, что и для метана, но различные размеры. Взрываемость смеси горючих

газов при подземных пожарах также определяется с помощью треугольника взрываемости.

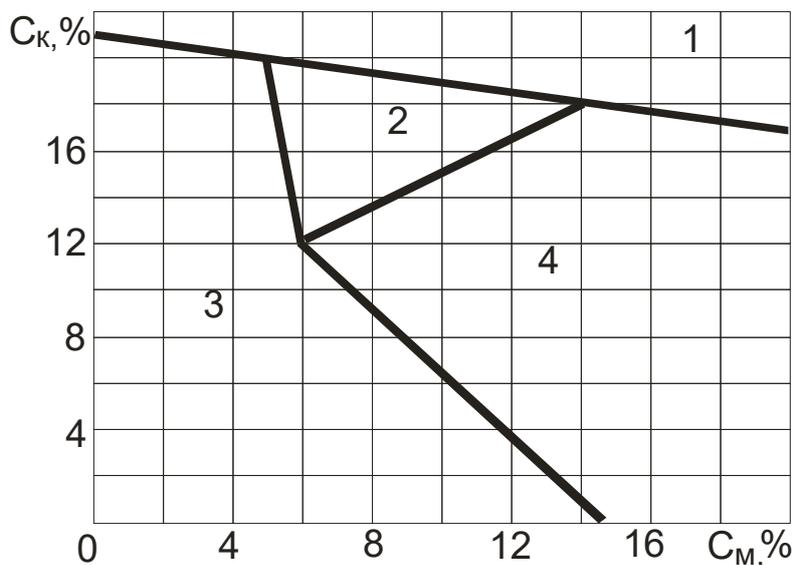


Рис. 1. Объемные пределы взрываемости метано-воздушных смесей
 1 – несуществующая смесь; 2 – взрывчатая смесь; 3 – невзрывчатая смесь;
 4 – смесь, способная стать взрывчатой при добавлении воздуха

Для оценки взрываемости смеси горючих газов вначале определяется общее суммарное содержание горючих газов (%). Для наиболее распространенных в угольных шахтах горючих газов используется формула

$$C_{\Gamma} = C_{\text{M}} + C_{\text{O}} + C_{\text{B}} \quad (10)$$

где, $C_{\text{M}} + C_{\text{O}} + C_{\text{B}}$ – концентрация соответственно метана, оксида углерода и водорода, %.

Затем рассчитывают долю каждого горючего газа в смеси по выражениям

$$P_{\text{M}} = C_{\text{M}} / C_{\Gamma}; \quad P_{\text{O}} = C_{\text{O}} / C_{\Gamma}; \quad P_{\text{B}} = C_{\text{B}} / C_{\Gamma} \quad (11)$$

Правильность расчета проверяется по соотношению

$$P_{\text{M}} + P_{\text{O}} + P_{\text{B}} = 1 \quad (12)$$

По полученным данным выбирают соответствующий треугольник взрываемости. Затем концентрацию кислорода в смеси наносят на ось ординат, а сумму концентраций горючих газов на ось абсцисс на соответствующем графике (рис. 2-7) и в точке их пересечения определяют местонахождение данной смеси. В случае если найденная точка находится внутри треугольника взрываемости, то газовая смесь может взорваться при появлении источника огня или повышении температуры газа.

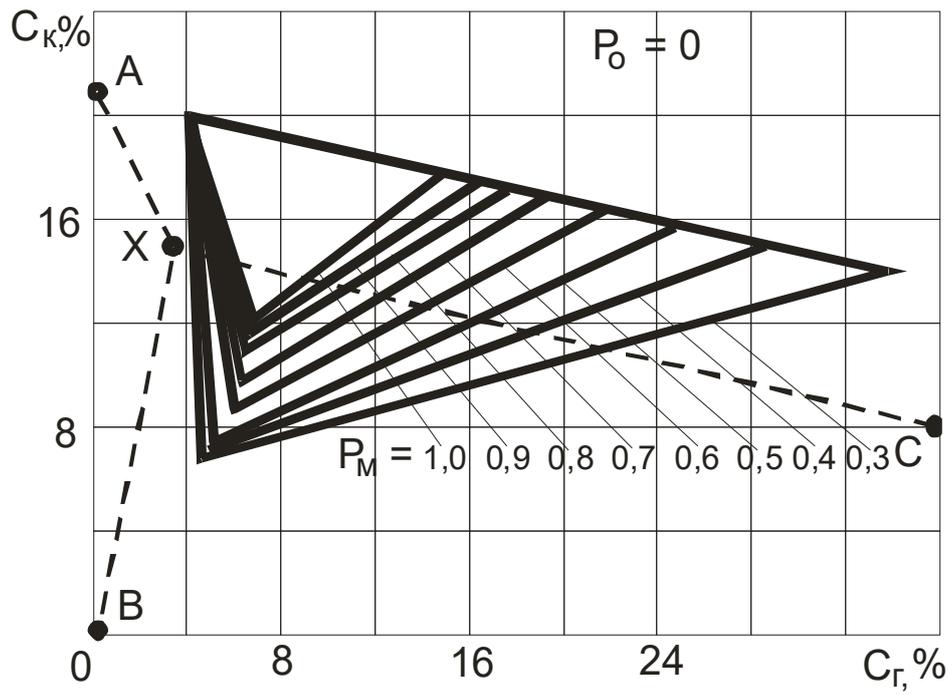


Рис. 2. Треугольники взрываемости смеси горючих газов при отсутствии оксида углерода (P_0)

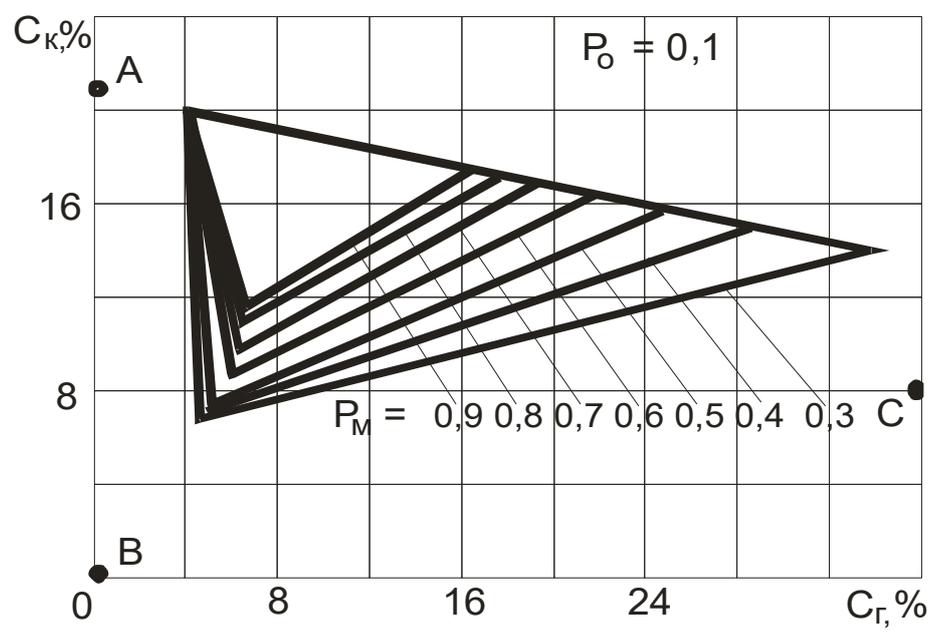


Рис. 3. Треугольники взрываемости смеси горючих газов при доле оксида углерода ($P_0 = 0,1$)

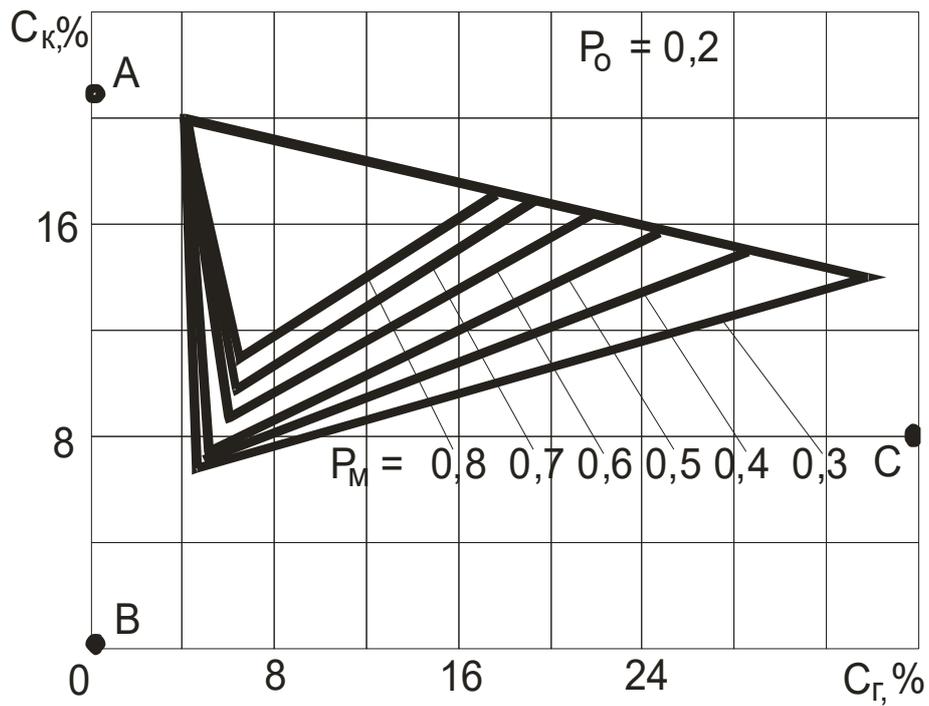


Рис. 4. Треугольники взрываемости смеси горючих газов при доле оксида углерода ($P_0 = 0,2$)

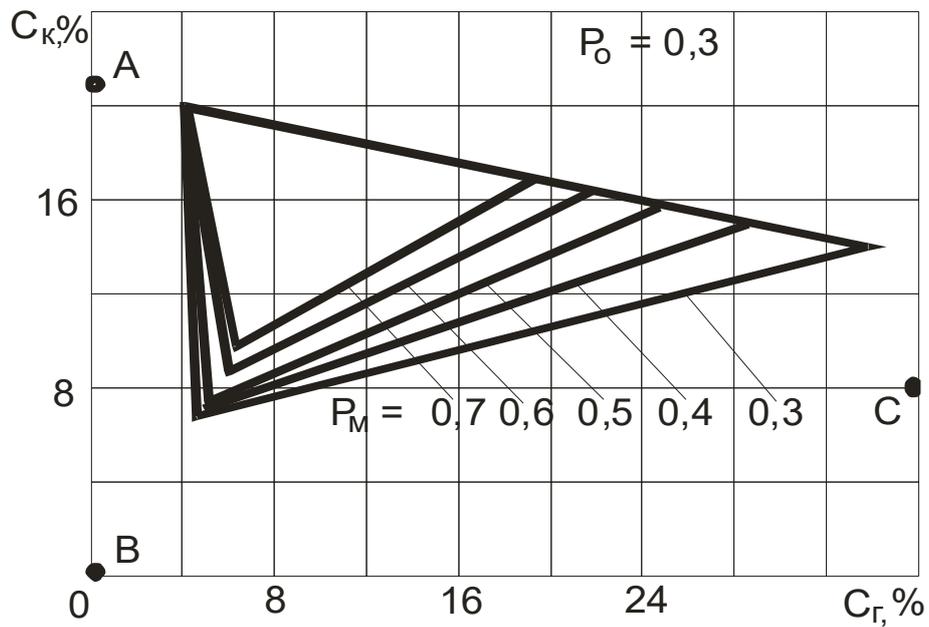


Рис. 5. Треугольники взрываемости смеси горючих газов при доле оксида углерода ($P_0 = 0,3$)

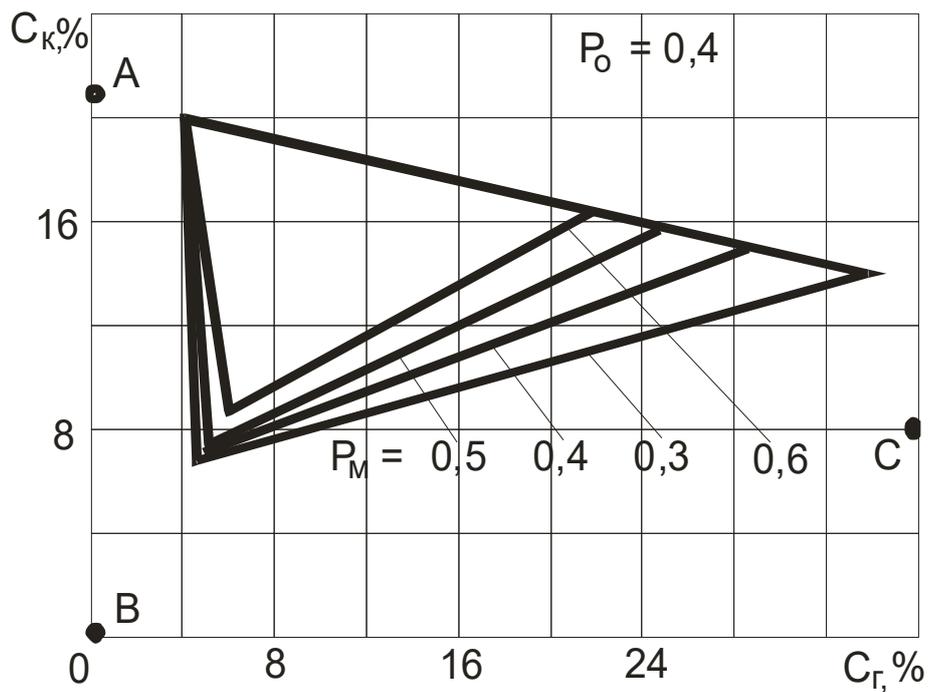


Рис. 6. Треугольники взрываемости смеси горючих газов при доле оксида углерода ($P_0 = 0,4$)

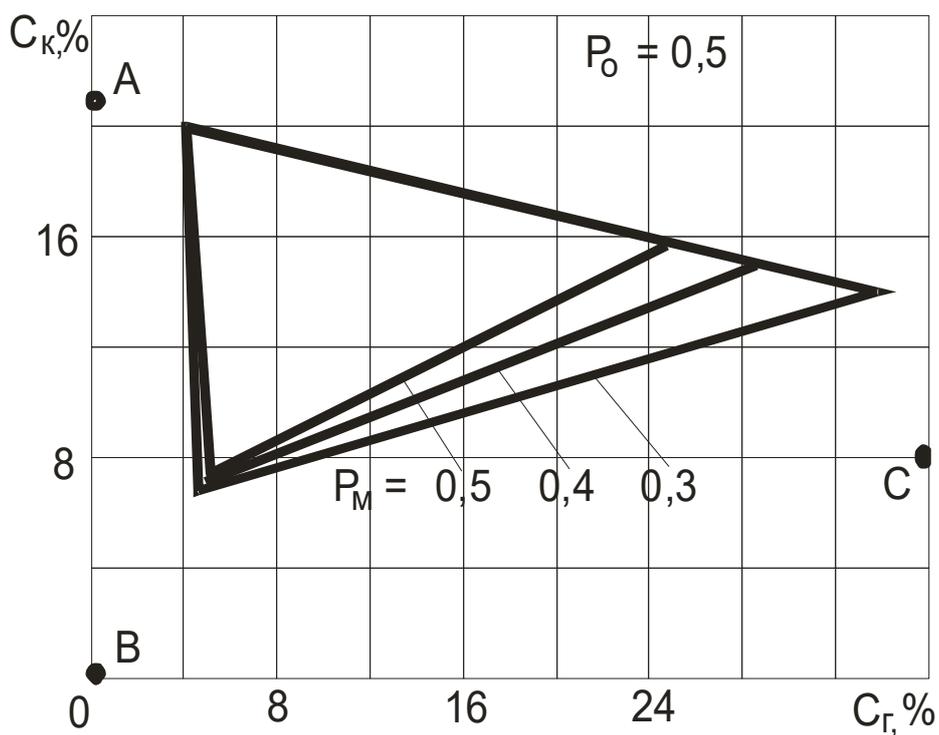


Рис. 7. Треугольники взрываемости смеси горючих газов при доле оксида углерода ($P_0 = 0,5$)

Например, произведенный отбор проб газа из атмосферы пожарного участка показал, что газовая смесь содержит кислорода $C_K = 15\%$, оксида углерода $C_O = 0\%$, метана $C_M = 2,1\%$ и водорода $C_B = 1,4\%$.

Затем по формуле (3) подсчитываем, что концентрация суммы горючих газов $C_T = 3,5\%$. Доля оксида углерода в смеси горючих газов $P_O = 0$, а доля метана $P_M = 0,6$.

Исходя из расчетных данных выбираем соответствующий треугольник взрываемости из рис. 2. Затем на оси графика рис. 2 наносим значения концентраций кислорода и суммы горючих газов и находим точку **X**, соответствующую состоянию атмосферы пожарного участка.

Из графика видно, что точка **X** расположена вне треугольника взрываемости, поэтому на данный момент смесь горючих газов не может взорваться. Однако найденная точка находится вблизи нижнего концентрационного предела взрываемости смеси и незначительное изменение, способствующее увеличению концентрации горючих компонентов в рудничной атмосфере, может переместить точку **X** в зону взрываемости.

По графику расположения зоны взрываемости горючих газов можно определить, куда будет смещаться точка, отображающая соответствующую газовую смесь, в случае изменения концентрации составляющих ее компонентов (кислорода, горючих газов и инертных газов). Так, линия, соединяющая полученную точку **X** с точкой **A**, покажет, куда будет смещаться смесь в случае увеличения подачи свежего воздуха и, соответственно, роста в ней концентрации кислорода. Из рис. 2 видно, что добавление свежего воздуха приведет к снижению концентрации горючих газов и удалению смеси от треугольника взрываемости.

Перемещение точки **X** по линии, соединяющей ее с точкой **B**, происходит в случае, если в смесь газов будут добавляться инертные газы. С этой целью в шахту могут нагнетать азот, углекислый газ, аргон и другие газы, не поддерживающие горения и снижающие концентрации в смеси кислорода и горючих газов. Согласно рис. 2 такое воздействие также удаляет смесь от треугольника взрываемости, что уменьшает опасность взрыва смеси.

В случае дополнительного выделения горючих газов, приводящего к увеличению их концентрации в смеси, точка **X**, отображающая состояние смеси газов, начнет перемещаться к точке **C**. Для приведенного на рис. 2 примера это означает вхождение в треугольник взрываемости и образование взрывчатой смеси. Увеличение концентрации горючих газов в рудничной атмосфере может происходить при изоляционных работах, снижении притока свежего воздуха при сохраняющейся интенсивности выделения горючих газов.

Таким образом, использование треугольников взрываемости в шахтах при тушении пожаров позволяет не только оценить возможность взрыва об-

разующейся смеси газов, но и проанализировать, как будет изменяться ситуация в пожарном участке в случае увеличения выделения горючих газов, повышения или снижения количества подаваемого свежего воздуха или при подаче инертных газов. Соответственно появляется возможность выбора наиболее эффективного способа предотвращения взрыва горючих газов.

Вопросы для самопроверки

1. Какие горючие газы могут выделяться в шахте?
2. Какие условия способствуют выделению горючих газов в угольных шахтах?
3. На какие категории делятся шахты по выделению метана?
4. Назовите причины образования скоплений горючих газов в шахтах.
5. Как определяют нижний концентрационный предел взрываемости смеси горючих газов?
6. Назовите скорость распространения и давление во фронте пламени при взрыве и детонации газовой смеси.
7. Назовите пределы взрываемости в воздухе метана, водорода, оксида углерода.
8. Назовите основные источники воспламенения смеси горючих газов в шахтах.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Определить взрываемость газовой смеси пожарного участка и дать рекомендации по предотвращению взрыва в ходе ведения горноспасательных работ:

1. Газовая смесь пожарного участка содержит по объёму, %:
 $\text{CO}_2 - 3,9$; $\text{O}_2 - 11,5$; $\text{CO} - 5,4$; $\text{H}_2 - 1,0$; $\text{CH}_4 - 7,2$.

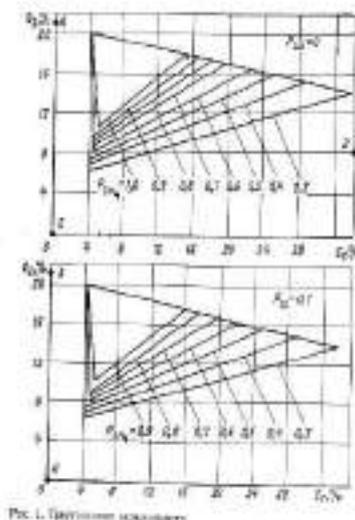


Рис. 1. Трёхугольные диаграммы

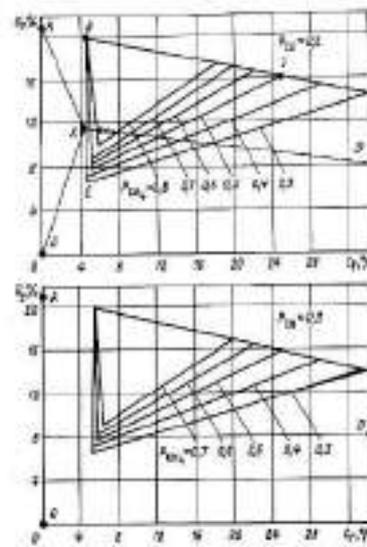


Рис. 1 (продолжение)

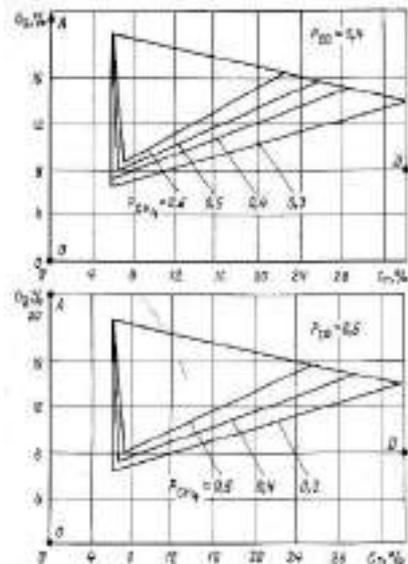


Рис. 1 (продолжение)

2. Газовая смесь пожарного участка содержит по объёму, %:
 $\text{CO}_2 - 2,6$; $\text{O}_2 - 18,1$; $\text{CO} - 0,7$; $\text{H}_2 - 2,0$; $\text{CH}_4 - 5,3$.

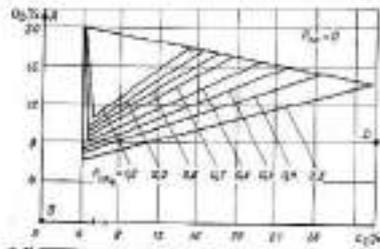


Рис. 1. Трёхугольный диаграммы

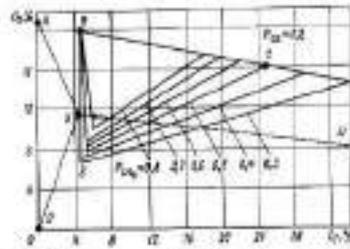


Рис. 1. (продолжение)

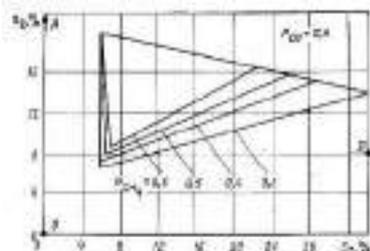
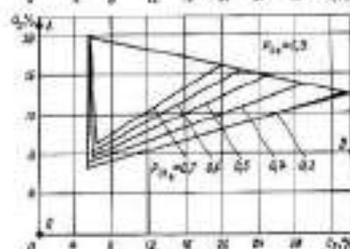
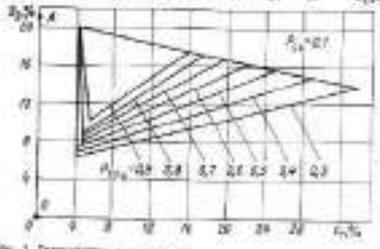


Рис. 1. (продолжение)

3. Газовая смесь пожарного участка содержит по объёму, %:
 $\text{CO}_2 - 1,2$; $\text{O}_2 - 13,0$; $\text{CO} - 0,6$; $\text{H}_2 - 1,1$; $\text{CH}_4 - 3,5$.

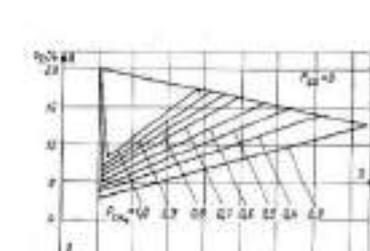


Рис. 4. Трёхугольные диаграммы

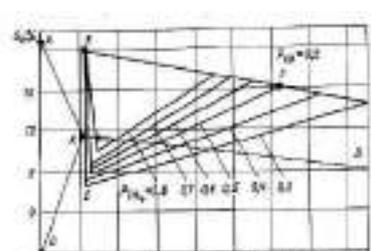


Рис. 1 (продолжение)

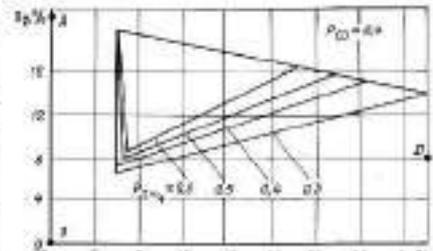
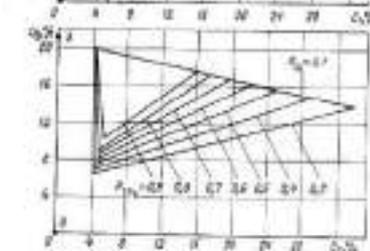


Рис. 1 (продолжение)



4. Газовая смесь пожарного участка содержит по объёму, %:

$\text{CO}_2 - 2,8; \text{O}_2 - 8,0; \text{CO} - 0,1; \text{H}_2 - 4,9; \text{CH}_4 - 2,1.$

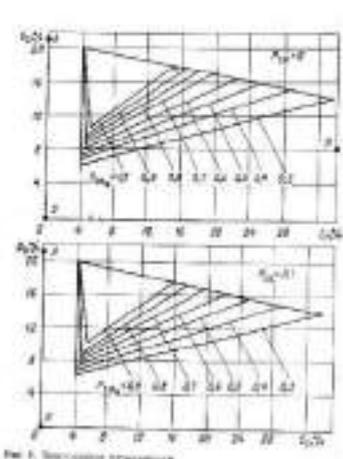


Рис. 1. Терцинарный диаграмма

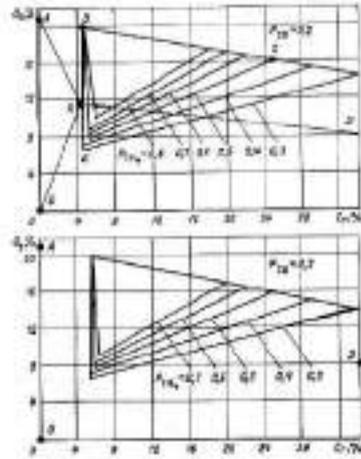


Рис. 1 (продолжение)

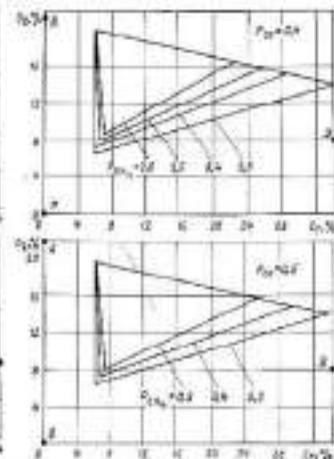


Рис. 1 (продолжение)

5. Газовая смесь пожарного участка содержит по объёму, %:
 $\text{CO}_2 - 1,7; \text{O}_2 - 18,0; \text{CO} - 0,2; \text{H}_2 - 0,8; \text{CH}_4 - 7,1.$

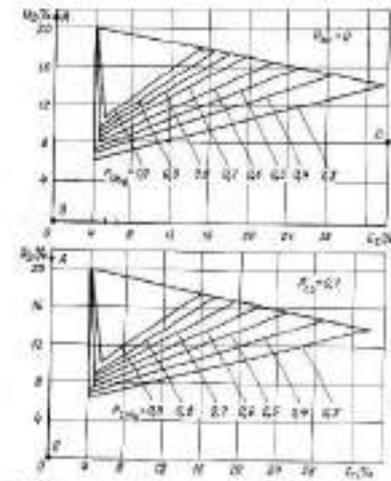


Рис. 1. Терцинарный диаграмма

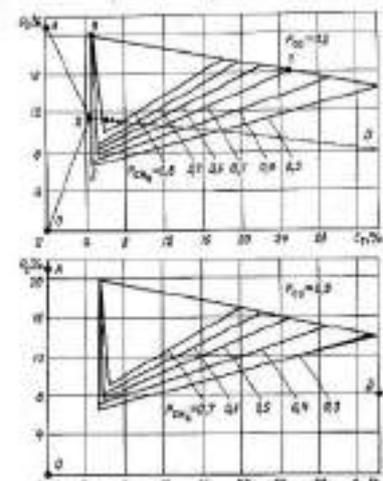


Рис. 1 (продолжение)

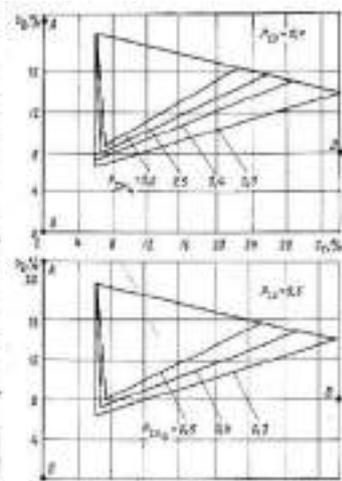


Рис. 1 (продолжение)

6. Газовая смесь пожарного участка содержит по объёму, %:
 $\text{CO}_2 - 2,9; \text{O}_2 - 16,0; \text{CO} - 0,1; \text{H}_2 - 0,5; \text{CH}_4 - 11,0.$

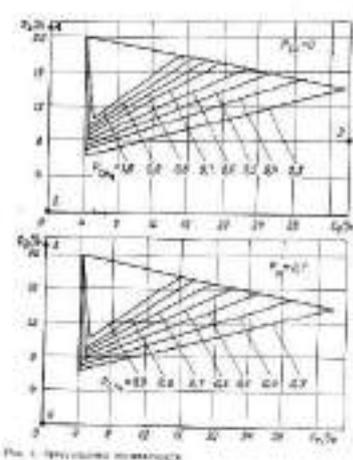


Рис. 1. Терцинарный диаграмма

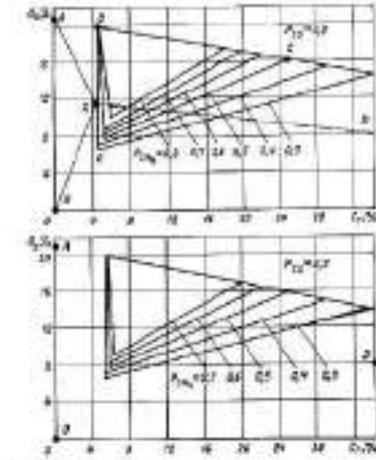


Рис. 1. Терцинарный диаграмма

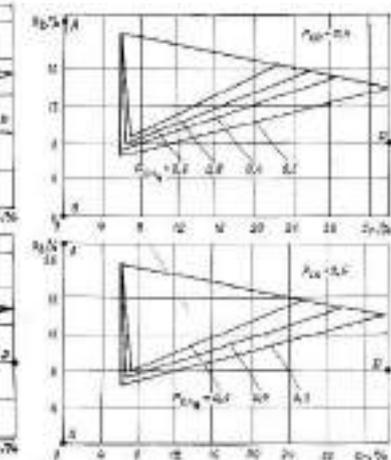
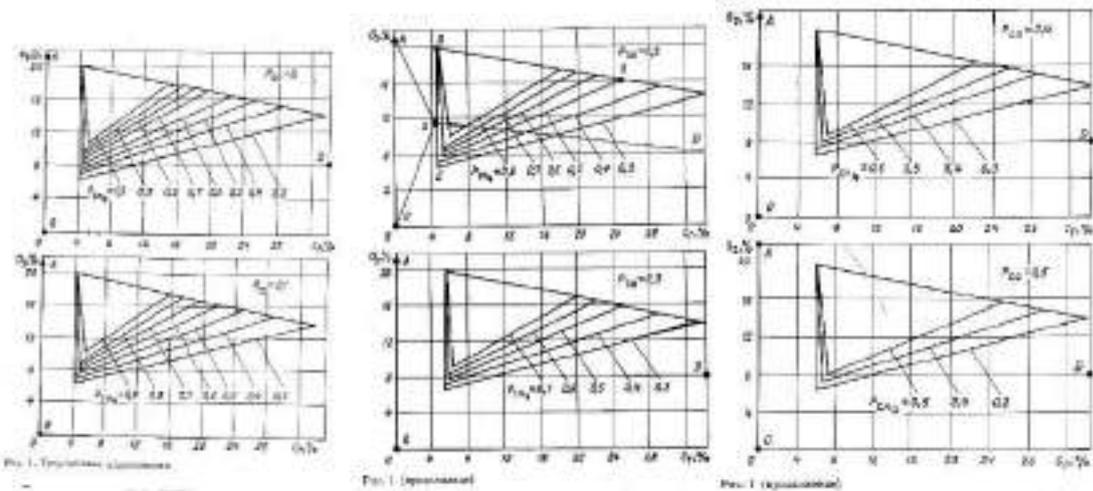


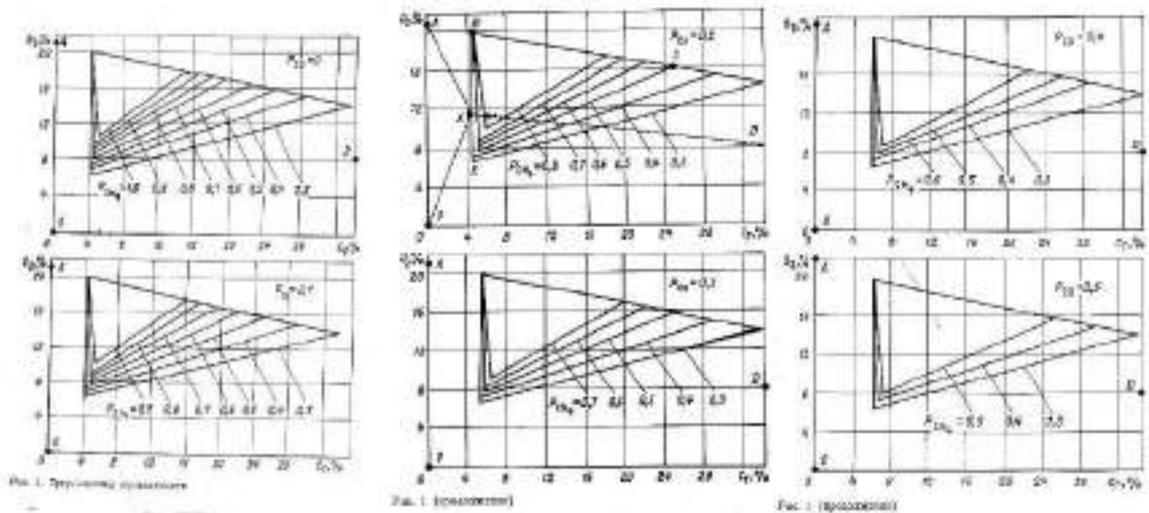
Рис. 1. Терцинарный диаграмма

7. Газовая смесь пожарного участка содержит по объёму, %:

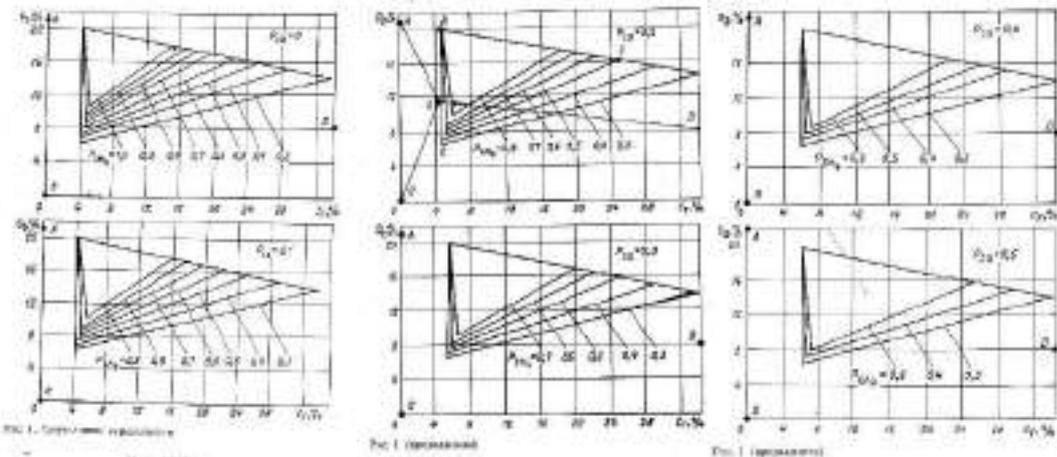
CO₂ – 2,8; O₂ – 15,0; CO – 2,0; H₂ – 2,0; CH₄ – 6,0.



8. Газовая смесь пожарного участка содержит по объёму, %:
CO₂ – 1,2; O₂ – 18,5; CO – 1,2; H₂ – 3,1; CH₄ – 5,2.



9. Газовая смесь пожарного участка содержит по объёму, %:
CO₂ – 2,8; O₂ – 8,0; CO – 4,1; H₂ – 0,1; CH₄ – 4,5.



10. Газовая смесь пожарного участка содержит по объёму, %:
CO₂ – 1,7; O₂ – 12,0; CO – 0,1; H₂ – 1,1; CH₄ – 6,9.

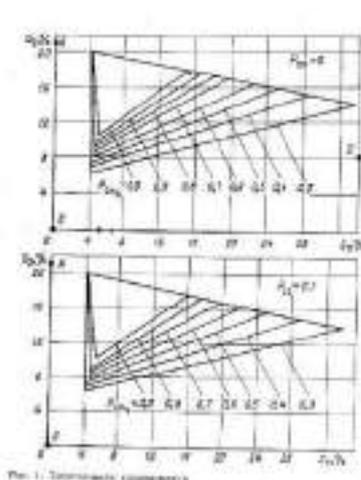


Рис. 1. Топографическая съемка

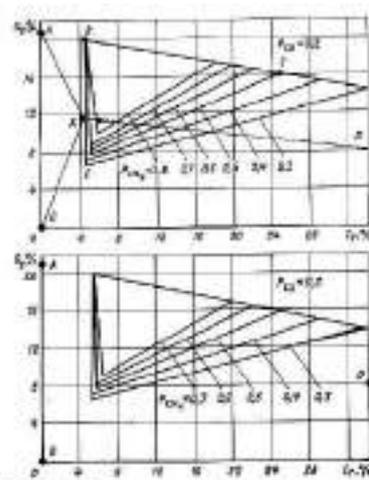


Рис. 2. Топографическая съемка

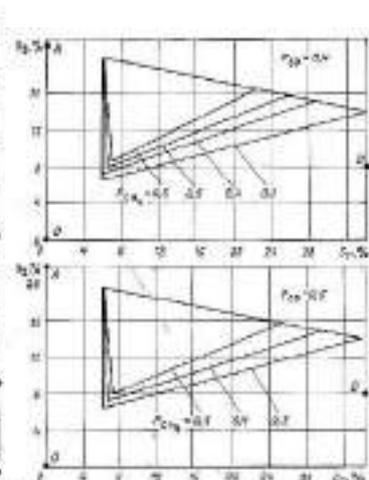


Рис. 3. Топографическая съемка

Практическая работа № 2

Ведение горноспасательных работ в горных выработках с непригодной для дыхания атмосферой в зоне высоких температур

Цель работы:

- 1) изучить методику ведения горноспасательных работ в горных выработках с непригодной для дыхания атмосферой в зоне высоких температур;
- 2) определить время проведения спасательных работ в зоне высоких температур.

Порядок выполнения работы

- 1) изучить методические указания и оформить отчет;
- 2) провести проверку остаточных знаний, отвечая на контрольные вопросы;
- 3) получить вариант у преподавателя и выполнить индивидуальное задание.

1. Общие положения

Горноспасательные работы в горных выработках с непригодной для дыхания атмосферой в зоне высоких температур (далее - ЗВТ) выполняются в соответствии с Инструкцией.

Отделение, направляемое в ЗВТ, должно быть проинформировано РГСР о режиме и условиях работы, допустимом времени пребывания в таких условиях, особенностях задания и возможных осложнениях в ходе его выполнения, а также о мероприятиях по обеспечению безопасности.

На ПБ во время работы отделений в ЗВТ должно быть обеспечено присутствие медицинского работника ВГСЧ, а также размещение питьевой газированной воды, витаминизированных напитков, сменной теплой одежды и одеял.

При входе в ЗВТ должна замеряться температура воздуха и рассчитываться допустимое время на передвижение или пребывания на месте в соответствии с Инструкцией. Время на передвижение должно распределяться следующим образом: одна треть - на передвижение в направлении вперед и две трети - на возвращение. В дальнейшем замеры температуры воздуха и корректировка допустимого времени движения вперед должна производиться через каждые 5 минут. При следовании вперед механическим транспортом время на обратный путь должно определяться из расчета возвращения пешком.

В случаях, когда отделение движется по горным выработкам с нарастающей температурой воздуха, и возвращение его на ПБ предусмотрено тем же маршрутом, время фактического пребывания в ЗВТ определяется по максимальной температуре воздуха и исчисляется с момента входа отделения в горную выработку с непригодной для дыхания атмосферой.

Разведка горных выработок с целью обнаружения и спасения застигнутых аварией людей в условиях ЗВТ может осуществляться несколькими отделениями, последовательно направленными друг за другом через рассчитанные по температурному фактору отрезки времени.

Отделение должно прекратить выполнение задания в условиях ЗВТ, сообщить об этом на ПБ и выйти из зоны аварии на ПБ в случае если:

температура воздуха нарастает на 3 °С и более за 5 минут;
закончилось допустимое время пребывания или движения вперед.

Командир резервного отделения, получив от отделения, находящегося в горных выработках с непригодной для дыхания атмосферой, информацию об обстановке в ЗВТ, должен рассчитать и контролировать время нахождения отделения в ЗВТ, передать отделению, работающему в ЗВТ, расчетное время возвращения назад.

Работники ВГСЧ после нахождения в ЗВТ могут быть допущены к повторной работе в ЗВТ один раз в течение рабочей смены, при этом работникам ВГСЧ предоставляется отдых продолжительностью не менее двух часов. Отдых должен быть организован в горной выработке с пригодной для дыхания атмосферой и температурой воздуха не более 27 °С.

Вопросы для самопроверки

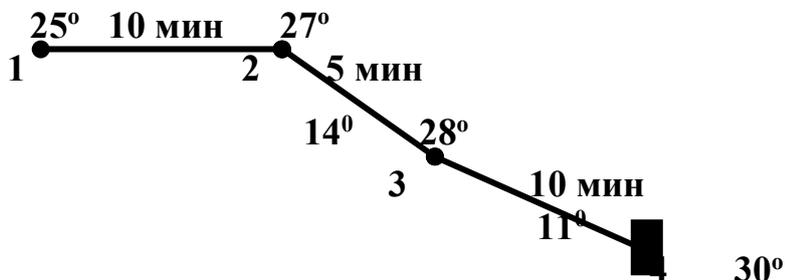
1. Что такое зона высоких температур?
2. Как проводятся работы по разведке горных выработок в зоне высоких температур?
3. В каких случаях прекращаются работы в зонах высоких температур?

4. Как происходит возвращение отделения из зоны высоких температур?
5. В соответствии с каким документом проводятся горноспасательные работы в зонах высоких температур?

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

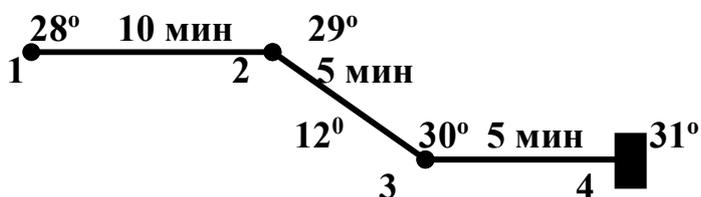
Определить допустимое время на работу в зананной точке при нарастании температуры.

1. Определить допустимое время на работу т. «4» при нарастании температуры.



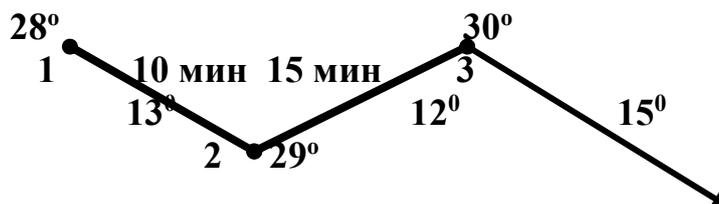
Температура воздуха в горных выработках, °С	При работе и пребывании на одном месте, мин.	При движении по горным выработкам, мин.
27	210	158
28	180	135
29	150	113
30	120	90

2. Определить допустимое время на работу т. «4» при нарастании температуры.



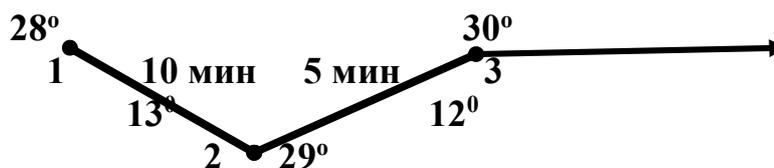
Температура воздуха в горных выработках, °С	При работе и пребывании на одном месте, мин.	При движении по горным выработкам, мин.
27	210	158
28	180	135
29	150	113
30	120	90
31	90	68

3. Определить допустимое время на движение вперед из т. «3» при нарастании температуры.



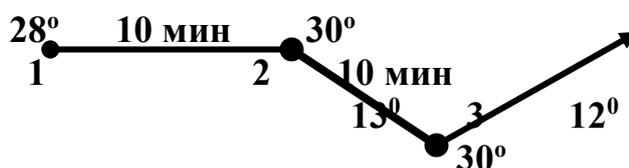
Температура воздуха в горных выработках, °С	При работе и пребывании на одном месте, мин.	При движении по горным выработкам, мин.
27	210	158
28	180	135
29	150	113
30	120	90

4. Определить допустимое время на движение вперед из т. «3» при нарастании температуры.



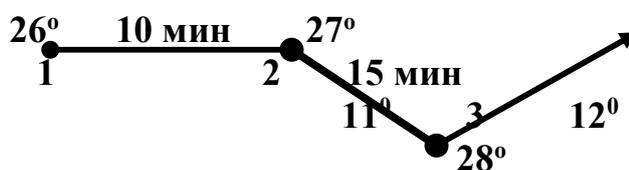
Температура воздуха в горных выработках, °С	При работе и пребывании на одном месте, мин.	При движении по горным выработкам, мин.
27	210	158
28	180	135
29	150	113
30	120	90

5. Определить допустимое время на движение вперед из т. «3» при нарастании температуры.



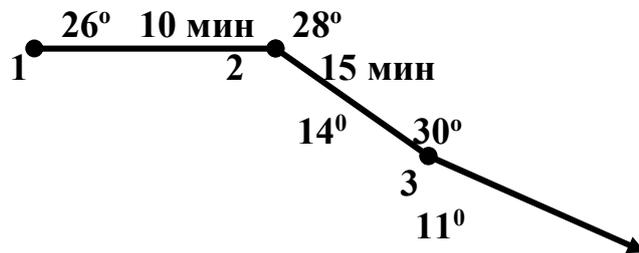
Температура воздуха в горных выработках, °С	При работе и пребывании на одном месте, мин.	При движении по горным выработкам, мин.
27	210	158
28	180	135
29	150	113
30	120	90
31	90	68

6. Определить допустимое время на движение вперед из т. «3» при нарастании температуры.



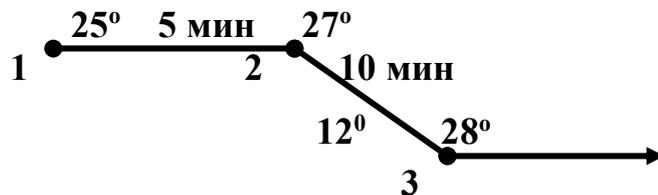
Температура воздуха в горных выработках, °С	При работе и пребывании на одном месте, мин.	При движении по горным выработкам, мин.
27	210	158
28	180	135
29	150	113

7. Определить допустимое время на движение вперед из т. «3» при нарастающей температуре.



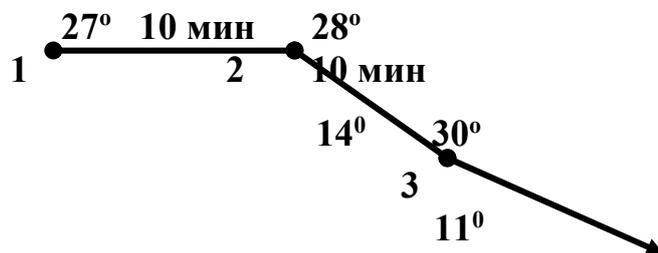
Температура воздуха в горных выработках, °С	При работе и пребывании на одном месте, мин.	При движении по горным выработкам, мин.
27	210	158
28	180	135
29	150	113
30	120	90

8. Определить допустимое время на движение вперед из т. «3» при нарастающей температуре.



Температура воздуха в горных выработках, °С	При работе и пребывании на одном месте, мин.	При движении по горным выработкам, мин.
27	210	158
28	180	135
29	150	113

9. Определить допустимое время на движение вперед из т. «3» при нарастании температуры.



Температура воздуха в горных выработках, °С	При работе и пребывании на одном месте, мин.	При движении по горным выработкам, мин.
27	210	158
28	180	135
29	150	113
30	120	90

10. Определить допустимое время на движение вперед из т. «3» при нарастании температуры.



Температура воздуха в горных выработках, °С	При работе и пребывании на одном месте, мин.	При движении по горным выработкам, мин.
27	210	158
28	180	135
29	150	113
30	120	90

Практическая работа № 3

Определение расхода кислорода при ведении спасательных работ в зоне с непригодной для дыхания атмосферой

Цель работы:

- 1) изучить методику ведения горноспасательных работ в горных выработках с непригодной для дыхания атмосферой;
- 2) определить расход кислорода на движение.

Порядок выполнения работы

- 1) изучить методические указания и оформить отчет;
- 2) провести проверку остаточных знаний, отвечая на контрольные вопросы;
- 3) получить вариант у преподавателя и выполнить индивидуальное задание.

Общие положения

Горноспасательные работы работниками ВГСЧ, ПТАСС(Ф) и членами ВГК в подземных горных выработках с непригодной для дыхания атмосферой проводятся в автономных изолирующих дыхательных аппаратах (далее - ДА) со сжатым кислородом (кислородно-азотной смесью) или химически связанным кислородом с номинальным временем защитного действия не менее четырех часов.

На объектах открытых горных работ допускается использование ДА со сжатым воздухом с номинальным временем защитного действия не менее одного часа.

Продолжительность пребывания работников ПТАСС(Ф) и членов ВГК в непригодной для дыхания атмосфере ограничивается объемом газодыхательной смеси, который может быть израсходован при нахождении в горных выработках с непригодной для дыхания атмосферой (далее - рабочий объем).

Рабочий объем следует принимать равным:

- для ДА на сжатом кислороде (кислородно-азотной смесью) - 75% от объема газо-дыхательной смеси в баллоне ДА установленного заводом-изготовителем;
- для ДА на химически связанном кислороде - объему, который расходуется за 75% номинального времени защитного действия, установленного заводом-изготовителем;

Рабочий объем следует расходовать:

при передвижении вверх, по горизонтальным горным выработкам или вниз с углом наклона до 10° включительно - половину рабочего объема на передвижение в направлении "туда" и половину - в направлении "обратно";

при передвижении по горным выработкам с углом наклона более 10° вниз - одну треть рабочего объема на передвижение в направлении "туда" и две трети - в направлении "обратно".

При этом максимальная продолжительность пребывания работников ВГСЧ, ПАСС(Ф) и членов ВГК в непригодной для дыхания атмосфере с применением ДА не должна превышать четырех часов.

Работники ВГСЧ, ПАСС(Ф) и члены ВГК во время нахождения в горных выработках с непригодной для дыхания атмосферой контролируют объем оставшейся в ДА газо-дыхательной смеси.

Объем газо-дыхательной смеси, необходимой для выхода из горных выработок с непригодной для дыхания атмосферой, следует рассчитывать из условия, что работники ПАСС(Ф) или члены ВГК по этим горным выработкам будут передвигаться пешком.

В горные выработки с непригодной для дыхания атмосферой для ведения горноспасательных работ работники ВГСЧ, ПАСС(Ф) и члены ВГК направляются в составе отделений.

Горноспасательное отделение или отделение ВГК при ведении горноспасательных работ в непригодной для дыхания атмосфере должно состоять не менее чем из пяти человек при работе в подземных горных выработках и не менее чем из трех человек - на открытых горных работах.

Для ведения горноспасательных работ в подземных горных выработках с непригодной для дыхания атмосферой работники ВГСЧ, ПАСС(Ф) или члены ВГК направляются в количестве не менее двух человек в случаях, когда горноспасательные работы ведутся в задымленной выработке на расстоянии не более 10 м от свежей струи воздуха или место ведения горноспасательных работ находится в незадымленной выработке, и время выхода из нее не превышает три минуты. Решение о направлении в указанные выработки не в составе отделения для членов ВГК принимает РЛА, для работников ПАСС(Ф) - РГСР.

При ведении горноспасательных работ в подземных горных выработках с непригодной для дыхания атмосферой на подземной горноспасательной базе должно находиться горноспасательное отделение или отделение ВГК для обеспечения передачи информации между отделением, ведущим горноспасательные работы в подземных горных выработках с непригодной для дыхания атмосферой, и КП.

В случае направления в непригодную для дыхания атмосферу части отделения, остальной состав этого отделения находится на подземной горноспасательной базе.

Вопросы для самопроверки

1. Что такое непригодная для дыхания атмосфера.
2. Какие средства защиты органов дыхания приняты на вооружении в ВГСЧ.

3. Как осуществляется проверка респиратора Р-30.
4. Какие требования предъявляются к продолжительности пребывания работников ВГСЧ в непригодной для дыхания атмосфере.
5. Как расходуется рабочий объем кислородного баллона респиратора.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

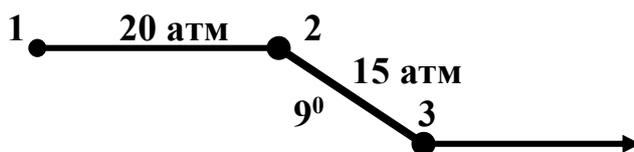
Практическая часть

Определить допустимое время на работу в зананной точке при нарастании температуры.

Вариант 1

1. Определить расход кислорода на движение вперед из точки «3».
2. При каком давлении кислорода в баллоне респиратора отделение возвращается на ПБ.

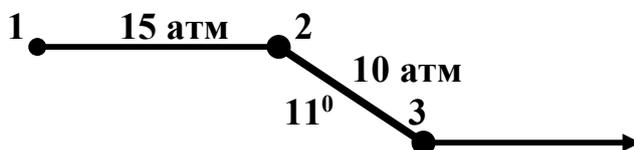
Для расчета принимаем: первоначальное давление в баллоне $P_{нач} = 200$ атм
резерв кислорода $P_{резерв} = 50$ атм



Вариант 2

1. Определить расход кислорода на движение вперед из точки «3».
2. При каком давлении кислорода в баллоне респиратора отделение возвращается на ПБ.

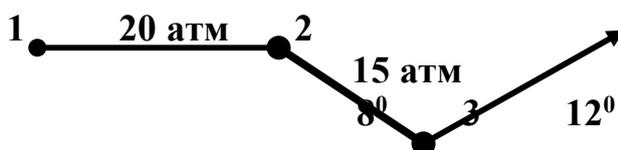
Для расчета принимаем: первоначальное давление в баллоне $P_{нач} = 200$ атм
резерв кислорода $P_{резерв} = 50$ атм



Вариант 3

1. Определить расход кислорода на движение вперед из точки «3».
2. При каком давлении кислорода в баллоне респиратора отделение возвращается на ПБ.

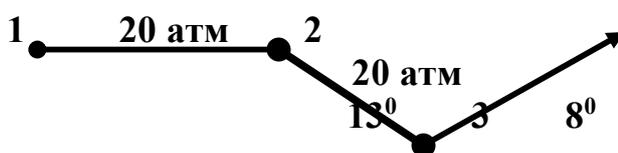
Для расчета принимаем: первоначальное давление в баллоне $P_{нач} = 210$ атм
резерв кислорода $P_{резерв} = 50$ атм



Вариант 4

1. Определить расход кислорода на движение вперед из точки «3».
2. При каком давлении кислорода в баллоне респиратора отделение возвращается на ПБ.

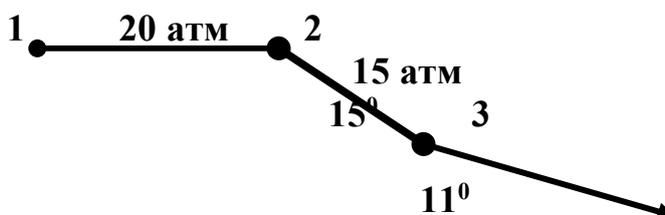
Для расчета принимаем: первоначальное давление в баллоне $P_{нач} = 190$ атм
резерв кислорода $P_{резерв} = 50$ атм



Вариант 5

1. Определить расход кислорода на движение вперед из точки «3».
2. При каком давлении кислорода в баллоне респиратора отделение возвращается на ПБ.

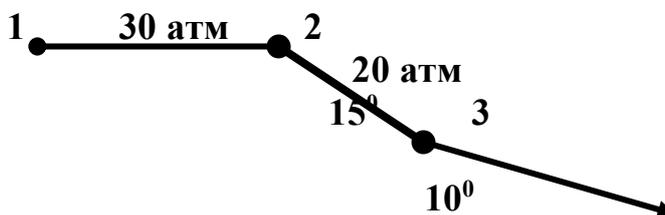
Для расчета принимаем: первоначальное давление в баллоне $P_{нач} = 195$ атм
резерв кислорода $P_{резерв} = 50$ атм



Вариант 6

1. Определить расход кислорода на движение вперед из точки «3».
2. При каком давлении кислорода в баллоне респиратора отделение возвращается на ПБ.

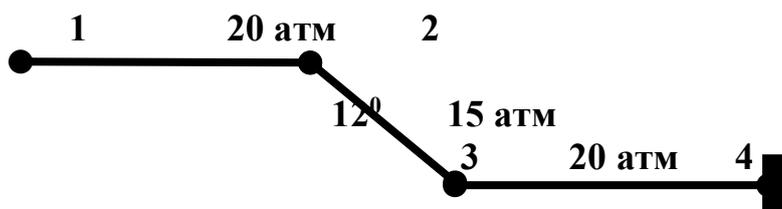
Для расчета принимаем: первоначальное давление в баллоне $P_{нач} = 210$ атм
резерв кислорода $P_{резерв} = 50$ атм



Вариант 7

1. Определить расход кислорода на работу в точке «4».
2. При каком давлении кислорода в баллоне респиратора отделение возвращается на ПБ.

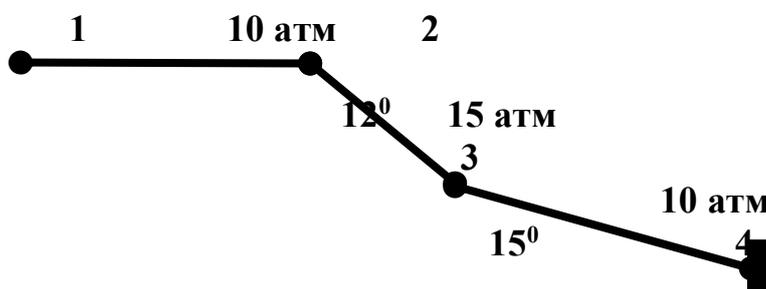
Для расчета принимаем: первоначальное давление в баллоне $P_{нач} = 200$ атм
резерв кислорода $P_{резерв} = 50$ атм



Вариант 8

1. Определить расход кислорода на работу в точке «4».
2. При каком давлении кислорода в баллоне респиратора отделение возвращается на ПБ.

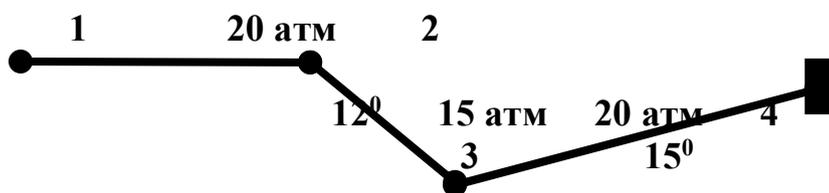
Для расчета принимаем: первоначальное давление в баллоне $P_{нач} = 205$ атм
резерв кислорода $P_{резерв} = 50$ атм



Вариант 9

1. Определить расход кислорода на работу в точке «4».
2. При каком давлении кислорода в баллоне респиратора отделение возвращается на ПБ.

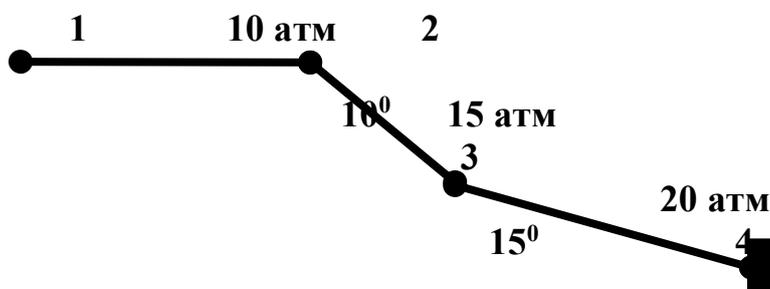
Для расчета принимаем: первоначальное давление в баллоне $P_{нач} = 195$ атм
резерв кислорода $P_{резерв} = 50$ атм



Вариант 10

1. Определить расход кислорода на работу в точке «4».
2. При каком давлении кислорода в баллоне респиратора отделение возвращается на ПБ.

Для расчета принимаем: первоначальное давление в баллоне $P_{нач} = 205$ атм
резерв кислорода $P_{резерв} = 50$ атм



Практическая работа № 4

Разработка мероприятий по предупреждению и локализации взрывов пылегазовоздушных смесей

Цель работы: получить навыки по организации работ по предупреждению и локализации взрывов.

Порядок выполнения работы

- 1) изучить методические указания и оформить отчет;
- 2) провести проверку остаточных знаний, отвечая на контрольные вопросы

1. Пылевзрывобезопасность при разработке пластов, опасных по взрывам угольной пыли

В соответствии с *«Правилами безопасности в угольных шахтах» (утверждены Приказом Ростехнадзора от 19.11.2013 № 50)* к опасным по взрывам угольной пыли относят пласты с выходом летучих веществ угля 15 % и более, а также пласты угля (кроме антрацитов) с меньшим выходом летучих веществ, взрывчатость пыли которых установлена при проведении лабораторных исследований и испытаний угольной пыли на взрывчатость.

Нижний предел взрываемости отложившейся угольной пыли и норму осланцевания определяют для каждого шахтопласта.

В шахтах, разрабатывающих пласты, опасные по взрывам угольной пыли, для локализации и предупреждения взрывов угольной пыли применяют сланцевую пылевзрывозащиту и (или) гидропылевзрывозащиту и (или) комбинированную пылевзрывозащиту. Применяемые в шахтах способы и средства по предупреждению и локализации взрывов угольной пыли должны быть обоснованы проектной документацией.

В горных выработках шахты устанавливают средства взрывозащиты, обеспечивающие локализацию взрывов. Установку средств взрывозащиты в горных выработках шахты определяет технический руководитель (главный инженер) шахты в соответствии с Федеральными нормами и правилами в области промышленной безопасности *«Инструкция по локализации и предупреждению взрывов пылегазовоздушных смесей в угольных шахтах»*.

Порядок контроля средств взрывозащиты, пылевзрывобезопасности и выполнения мероприятий по предупреждению взрывов угольной пыли устанавливает технический руководитель (главный инженер) шахты.

Средства локализации взрывов метана и угольной пыли с указанием их типа наносят на схему вентиляции шахты.

В шахтах, разрабатывающих опасные и не опасные по взрывам угольной пыли пласты, в горных выработках шахт, соединяющих опасные и неопасные пласты, осуществляют мероприятия по предупреждению и локализации взрывов угольной пыли.

При выявлении фактов нахождения горных выработок шахты в пылевзрывоопасном состоянии горные работы в этих горных выработках прекращают. Технический руководитель (главный инженер) шахты до возобновления горных работ в этих горных выработках принимает меры, обеспечивающие приведение их в пылевзрывобезопасное состояние.

Не допускается ведение работ в горных выработках, в которых не обеспечена пылевзрывозащита.

Инструкция содержит порядок:

- применения способов и средств локализации и предупреждения взрывов пылегазовоздушных смесей в угольных шахтах;
- контроля состояния взрыволокализирующих заслонов и средств предупреждения взрывов пылегазовоздушных смесей в горных выработках.

Стадии развития взрыва пылегазовоздушных смесей в горных выработках приведены в [приложении 1](#).

Для угольных шахт, разрабатывающих пласты, опасные по взрывам пыли, проект строительства, реконструкции и технического перевооружения шахты содержит раздел «Пылевзрывозащита шахты». В разделе «Пылевзрывозащита шахты» приводятся способы и средства локализации и предупреждения взрывов пылегазовоздушных смесей, применяемые на шахте.

В паспорт выемочного участка, проведения и крепления горных выработок в соответствии с разделом «Пылевзрывозащита шахты» проекта шахты включается схема установки в горных выработках средств локализации и предупреждения взрывов пылегазовоздушных смесей на период проведения подготовительных выработок и отработки выемочного участка.

Схема установки в горных выработках средств локализации и предупреждения взрывов пылегазовоздушных смесей утверждается техническим руководителем (главным инженером) шахты.

Оборудование и технические устройства, предназначенные для локализации и предупреждения взрывов пылегазовоздушных смесей, должны иметь разрешение на применение на опасном производственном объекте и техническую документацию согласно ***Правилам применения технических устройств на опасных производственных объектах, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации***.

Контроль состояния средств локализации и предупреждения взрывов пылегазовоздушных смесей осуществляют специалисты участка аэрологической безопасности и специалисты технологических участков. Руководитель (директор) шахты определяет порядок осуществления вышеуказанного контроля.

2. Способы и средства локализации и предупреждения

взрывов пылегазовоздушных смесей

На шахтах для локализации взрывов пылегазовоздушных смесей применяются *пассивный* и *автоматический* способы локализации взрывов пылегазовоздушных смесей.

В зависимости от применяемого способа локализации в горных выработках шахт устанавливаются пассивные средства локализации и автоматические средства локализации взрывов – взрыволокализирующие заслоны.

К *пассивным средствам* локализации относятся сланцевые и водяные заслоны.

К *автоматическим средствам* локализации взрывов относятся автоматические системы локализации взрывов (АСЛВ).

АСЛВ устанавливаются для локализации взрывов и взрывоподавления.

На шахтах для предупреждения взрывов пылегазовоздушных смесей используются автоматические средства предупреждения взрывов пылегазовоздушных смесей (АСПВ):

- автоматические водяные завесы (АВЗ);
- системы локализации вспышек автоматические (СЛВА).

2.1. Порядок применения сланцевых заслонов

Сланцевые заслоны устанавливаются из ряда монтируемых под кровлей поперек выработок легкопрокидываемых полок с инертной пылью. Полки сланцевого заслона выполняются жесткой конструкции или свободнолежащим настилом. Ширина полок сланцевого заслона жесткой конструкции должна быть в пределах 250-500 мм, а при свободнолежащем настиле – 600-800 мм.

Полки сланцевого заслона жесткой конструкции устанавливаются в выработках площадью сечения до 10 м². Полки со свободнолежащим настилом устанавливаются в выработках сечением более 7 м². Рекомендуемые схемы установки сланцевых заслонов в сечении горных выработок, закрепленных различными видами крепи, приведены в [приложении 2](#).

При установке полок сланцевого заслона обеспечивается расстояние:

- от кровли выработки до верхней части полки не менее 200 мм и не более 300 мм;
- между полками не менее их ширины.

В выработках, оборудованных вентиляционным ставом, полки сланцевого заслона устанавливаются не более чем на 100 мм от вентиляционного става. Сланцевый заслон монтируется длиной не менее 20 м. Количество инертной пыли в сланцевых заслонах определяется из расчета 400 кг на 1 м² сечения горной выработки в свету в месте установки заслона. Сланцевые заслоны устанавливаются в наклонных подземных горных выработках с углом наклона до 18°.

Для сланцевых заслонов применяется инертная пыль, показатели качества которой соответствуют показателям качества инертной пыли, приведенным в [приложении 3](#). Качество инертной пыли указывается производителем (поставщиком) при каждом поступлении инертной пыли на шахту.

2.2. Порядок применения водяных заслонов

Водяные заслоны устанавливаются из ряда монтируемых под кровлей поперек выработки полок с размещенными на них жесткими сосудами или из пленочных сосудов, изготовленных из полимерных материалов (водяные карманы).

Полки для размещения сосудов устанавливаются шириной не менее 150 мм. Сосуды и водяные карманы имеют объем не более 80 л. В сосуды водяного заслона и водяные карманы заливается вода, водные растворы или другие огнетушащие жидкости. Количество огнетушащей жидкости в водяных заслонах определяется из расчета 440 л на 1 м² поперечного сечения горной выработки в свету в месте установки заслона.

Сосуды на полках устанавливаются в два и более ряда. Сосуды на соседних полках устанавливаются таким образом, чтобы промежутки между сосудами, установленными на одной полке, были перекрыты сосудами, установленными на соседней полке. При этом сосудами, установленными на каждой полке, должно быть перекрыто не менее 50 % ширины горной выработки.

Водяной заслон поддерживается подвесками в горизонтальном положении. Расстояние между подвесками принимается не более 2,5 м. При испарении воды из сосудов водяного заслона принимаются меры по снижению интенсивности испарения.

Водяные карманы подвешиваются на несущие конструкции, смонтированные под кровлей выработки, или на несущие конструкции, смонтированные на боках выработки. Несущие конструкции на боках выработки монтируются в шахматном порядке.

Водяные заслоны из водяных карманов устанавливаются на участках выработок со сплошной затяжкой крепи кровли выработки. Водяные карманы защищаются от механических повреждений. Полки водяного заслона устанавливаются таким образом, чтобы расстояние от кровли выработки до верха размещенного на них жесткого сосуда было не менее 100 мм и не более 300 мм.

Водяные карманы под кровлей выработки монтируются на расстоянии 100-300 мм от кровли горной выработки. Верхний ряд водяных карманов на боках выработки монтируется на расстоянии от кровли 100-300 мм. Полки с сосудами и несущие конструкции водяных карманов устанавливаются на расстоянии не менее 500 мм друг от друга. Водяной заслон монтируется длиной не менее 30 м.

Рекомендуемые схемы установки водяных заслонов из сосудов в сечении горных выработок, закрепленных различными видами крепи, приведены в [приложении 4](#).

Рекомендуемые схемы установки водяного заслона из водяных карманов приведены в [приложении 5](#).

2.3. Порядок применения автоматических систем локализации взрывов

АСЛВ устанавливаются под кровлей выработки таким образом, чтобы устройство, формирующее сигнал о взрыве (извещатель), находилось со стороны локализуемого взрыва. АСЛВ крепятся к специально установленным анкерам или к элементам крепи. Рекомендуемая схема установки АСЛВ приведена в [приложении 6](#). На одном участке выработки устанавливается одна или несколько АСЛВ. Установленные АСЛВ обеспечивают необходимую концентрацию огнетушащего вещества на участке их установки. Инерционность срабатывания АСЛВ не более 50 мс.

В АСЛВ применяются огнетушащие вещества: жидкости, пены, газы, порошки, аэрозоли. Техническое обслуживание АСЛВ проводится в соответствии с их технической документацией.

2.4. Порядок оснащения горных выработок заслонами

На шахтах, отрабатывающих опасные и безопасные по взрывам пыли пласты, заслоны устанавливаются в выработках, пройденных на опасный пласт с неопасного. Заслоны устанавливаются на прямолинейных участках выработок с постоянным сечением. Образовавшиеся при проведении горной выработки пустоты за элементами крепи на участке установки заслона закладываются негорючими материалами. Заслон в горной выработке устанавливается таким образом, чтобы он не создавал препятствий и помех для передвигающихся по выработке людей и шахтного транспорта.

Заслонами локализуются взрывы пылегазовоздушных смесей:

– в подготовительных выработках, проводимых по углю или по углю и породе;

– в очистных выработках;

– в конвейерных выработках;

– в крыльях шахтного поля по каждому пласту;

– на пожарных участках;

– в складах взрывчатых материалов и раздаточных камерах;

– в газодренажных выработках.

Для локализации взрывов пылегазовоздушных смесей в подготовительной выработке, проводимой по углю или по углю и породе, длиной менее 40 м в сопряженных с ней выработках устанавливаются заслоны на расстоянии от сопряжения 60-70 м для сланцевых заслонов или АСЛВ и 75-85 м для водяных заслонов.

В подготовительной выработке, проводимой по углю или по углю и

породе, длиной 40-50 м заслоны устанавливаются в подготовительной выработке на расстоянии 30-40 м от забоя.

Заслоны устанавливаются по всей длине выработки, проводимой по углю или по углю и породе, не более чем через 300 м для сланцевых заслонов и АСЛВ и не более чем через 250 м для водяных заслонов. Сланцевые заслоны и АСЛВ устанавливаются не ближе 60 м от забоя подготовительной выработки, водяные – 75 м.

Для локализации взрыва в очистной выработке заслоны устанавливаются в конвейерной и вентиляционной выработках на расстоянии не менее 40 м и не более 300 м от их сопряжения с очистной выработкой. В конвейерной и вентиляционной выработках заслоны устанавливаются у сопряжений данных выработок с бремсбергами, уклонами, квершлагами на расстоянии 60-70 м для сланцевых заслонов и АСЛВ и 75-85 м для водяных заслонов. В конвейерной и вентиляционной выработках, у сопряжений данных выработок с бремсбергами, уклонами, квершлагами устанавливаются две АСЛВ. Извещатель одной АСЛВ направлен в сторону сопряжения с очистной выработкой, другой – в сторону сопряжения с бремсбергом, уклоном, квершлагом.

В выработках, оборудованных ленточными конвейерами, сланцевые заслоны или АСЛВ устанавливаются не более чем через 300 м, водяные – не более чем через 250 м. В выработках, оборудованных ленточными конвейерами, по которым транспортируется только порода, заслоны не устанавливаются.

Заслоны устанавливаются в горных выработках выемочного участка, шахтопласта, крыла, панели, блока и горизонта на расстоянии не менее 60 м и не более 300 м для сланцевых заслонов и АСЛВ и не менее 75 м и не более 250 м для водяных заслонов от границ вышеуказанных участков шахтного поля. Заслоны устанавливаются в выработках, по которым возможен доступ к изолирующим пожарный участок перемычкам. Заслоны устанавливаются на расстоянии не менее 60 м и не более 300 м для сланцевых заслонов и АСЛВ и не менее 75 м и не более 250 м для водяных заслонов от изолирующих пожарный участок перемычек.

Заслоны устанавливаются в выработках, сопряженных с выходами из склада ВМ на расстоянии от них не менее 60-70 м для сланцевых заслонов и АСЛВ и менее 75-8 м для водяных заслонов. Заслоны устанавливаются в действующих выработках на расстоянии для сланцевых заслонов и АСЛВ 60-70 м и для водяных заслонов – 75-85 м от смесительных камер. Рекомендуемые схемы установки взрыволокализирующих заслонов приведены в [приложении 7](#).

2.5. Порядок применения автоматических средств предупреждения взрывов пылегазовоздушных смесей

АВЗ обеспечивает включение (отключение) водяной завесы автоматически при получении сигнала о взрыве, сформированного извещателем или в ручном режиме. Элементы АВЗ крепятся к кровле, почве и бортам выработки, подключаются к пожарно-оросительному трубопроводу, к рабочему и резервному электроснабжению. Рекомендуемая блок-схема подключения АВЗ приведена в приложении 8.

В системе локализации вспышек автоматических (СЛВА) применяются огнетушащие вещества. СЛВА обеспечивает выброс огнетушащего вещества при получении сигнала о взрыве, сформированного извещателем. СЛВА и извещатели располагаются на расстоянии от возможного очага вспышки в соответствии с технической документацией производителя. Рекомендуемые схемы установки СЛВА в горных выработках приведены в приложении 9.

2.6. Контроль состояния заслонов автоматических средств предупреждения взрывов

Рекомендуемые образцы актов сдачи в эксплуатацию заслонов приведены в приложении 10.

При проведении контроля состояния заслонов проверяется:

- правильность установки заслонов;
- соответствие размеров элементов сланцевого заслона требуемым размерам;
- число и исправность полок, несущих конструкций заслонов;
- наличие на полках необходимого количества воды или инертной пыли;
- возможность дальнейшего использования сосудов, водяных карманов и инертной пыли.

АСЛВ проверяются в соответствии с их технической документацией.

Возможность дальнейшего использования инертной пыли определяется по ее слеживаемости. Инертная пыль является слежавшейся, если при сжатии в руке она не рассыпается. Слежавшаяся инертная пыль в сланцевом заслоне заменяется.

Порядок проведения контроля качества инертной пыли в сланцевых заслонах определяет технический руководитель (главный инженер) шахты. Качество инертной пыли, применяемой в сланцевом заслоне, контролируется 1 раз в квартал.

Результаты контроля состояния заслонов фиксируются на аншлаге заслона, установленном у каждого заслона, и в журнале по обслуживанию автоматического и пассивного заслона. Рекомендуемые образцы рабочего журнала по обслуживанию автоматического и пассивного заслона и аншлага заслона приведены в приложении 11.

Контроль состояния заслонов специалистами технологического

участка, в ведении которых они находятся, проводится ежемесячно, специалистами участка АБ – не реже одного раза в сутки.

Контроль АСПВ включает следующие проверки:

- правильность установки и технический осмотр элементов АСПВ;
- давление воды в пожарно-оросительном трубопроводе и в АСПВ;
- включение и отключение АСПВ.
- АСПВ проверяются в соответствии с их технической документацией.

Контроль состояния АСПВ специалистами технологического участка, в ведении которых они находятся, проводится ежемесячно, специалистами участка АБ – не реже одного раза в сутки.

Вопросы для самопроверки

1. Какие способы применяют на шахтах для локализации взрывов пылегазовоздушных смесей?
2. Что используют на шахтах для предупреждения взрывов пылегазовоздушных смесей?
3. Каким должно быть расстояние при установке полок сланцевого заслона.
4. Что применяется для сланцевых заслонов?
5. Какой длины должен быть водяной заслон?
6. Водяной заслон монтируется длиной не менее 30 м.
7. Что применяют в качестве огнетушащих веществ в АСЛВ?
8. В каких выработках взрывы пылегазовоздушных смесей локализуют заслонами?
9. В какой момент происходит выброс огнетушащего вещества в системе локализации вспышек автоматических?
10. Что проверяется при проведении контроля состояния заслонов?
11. Где фиксируются результаты контроля состояния заслонов?
12. Кто и как часто проводится контроль состояния заслонов?
13. Что проверяется при проведении контроля состояния автоматических средств предупреждения взрывов пылегазовоздушных смесей?
14. Кто и как часто проводится контроль состояния АСПВ?

Приложение 1

	Стадии развития взрыва пылегазовоздушных смесей в горных выработках угольных шахт							
	Горение	Вспышка	Балансирующие взрывы	Слабые взрывы в начальной стадии их развития	Слабые взрывы	Сильные взрывы в начальной стадии их развития	Сильные взрывы	Детонационный взрыв
Характер протекания	Свободное горение в ограниченном объеме	Медленное распространение в ограниченном объеме	Вялое распространение с остановками	Распространение со скачками скорости	Распространение со скачками скорости	Бурное распространение	Бурное распространение с ускорением	Очень бурное распространение с предельной скоростью
Избыточное давление на фронте ударно-воздушной волны, МПа	< 0,01	0,01 – 0,02	0,02 – 0,06	0,06 – 0,15	0,15 – 0,3	0,3 – 0,65	0,65 – 1,70	> 1,70
Скорость распространения ударно-воздушной волны, м/с	0	< 367	< 416	416 – 500	500 – 635	635 – 1000	1000 – 1500	1500 – 2500
Скорость распространения фронта пламени, м/с	< 1	1 – 40	40 – 100	100 – 250	250 – 340	340 – 660	660 – 1000	1000 – 2500

СХЕМЫ
УСТАНОВКИ СЛАНЦЕВЫХ ЗАСЛОНОВ В СЕЧЕНИИ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК,
ЗАКРЕПЛЕННЫХ РАЗЛИЧНЫМИ ВИДАМИ КРЕПИ

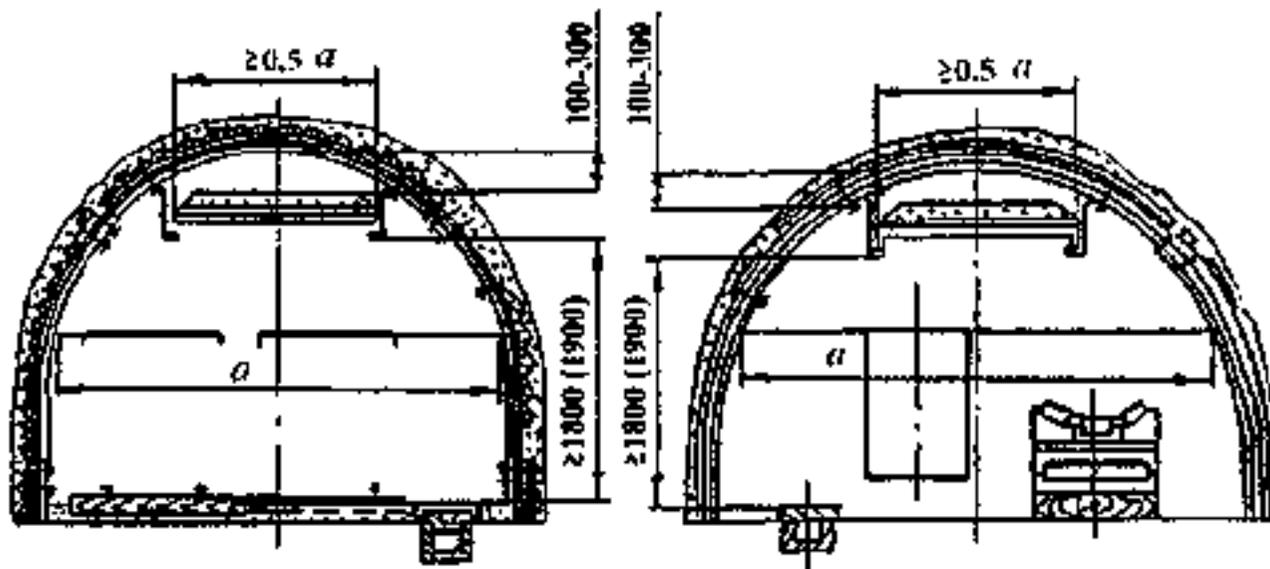


Рис. 1. Схема установки сланцевых заслонов
в выработках, закрепленных металлической арочной крепью
из специального профиля

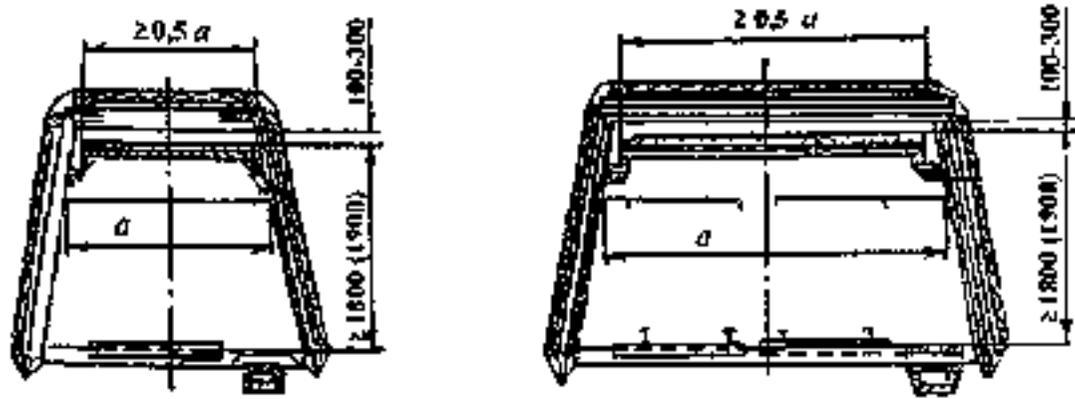


Рис. 2. Схема установки сланцевых заслонов в выработках, закрепленных деревянной крепью

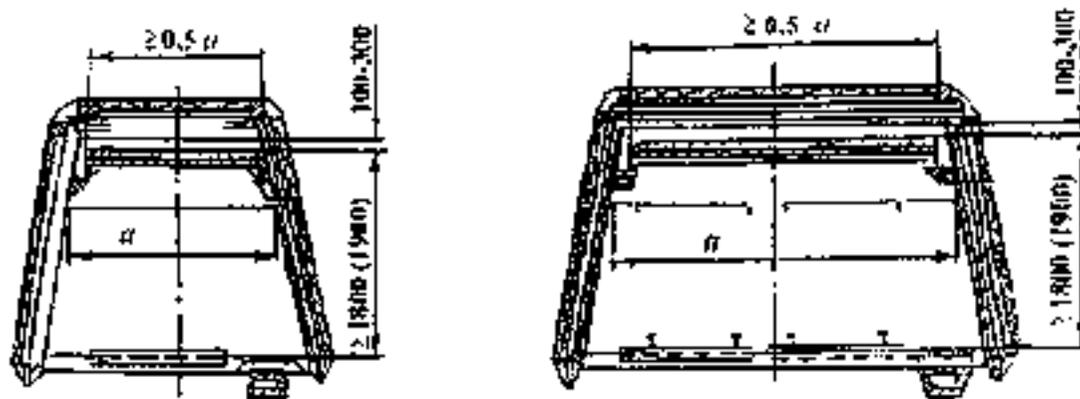


Рис. 3. Схема установки сланцевых заслонов в выработках, закрепленных железобетонными стойками и шарнирно-подвесными верхняками

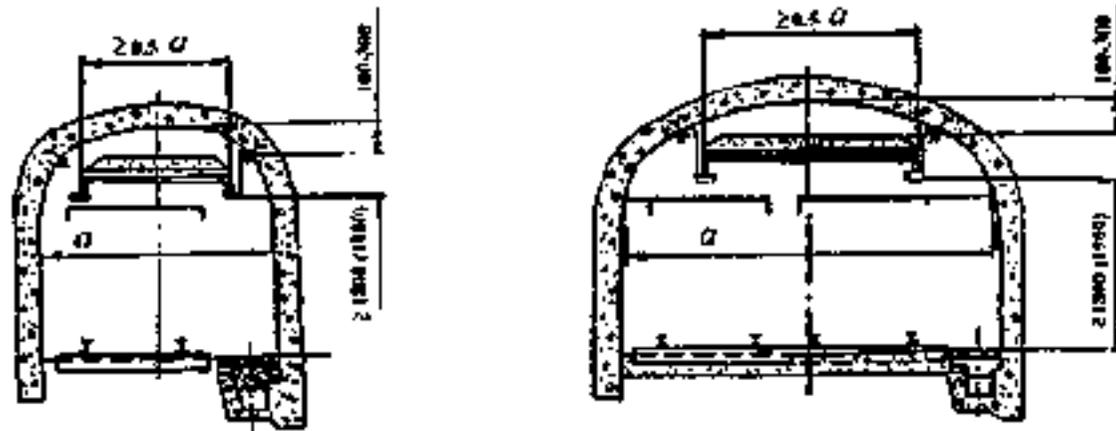


Рис. 4. Схема установки сланцевых заслонов в выработках, закрепленных бетонной крепью

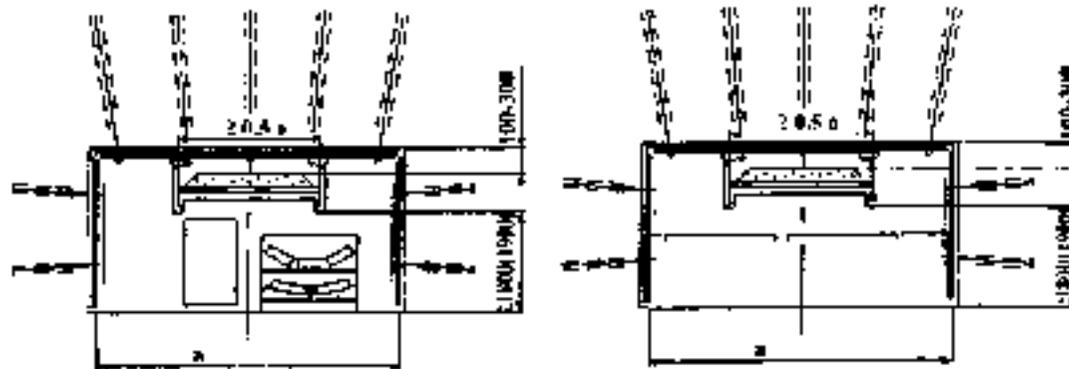


Рис. 5. Схема установки сланцевых заслонов в выработках, закрепленных анкерами

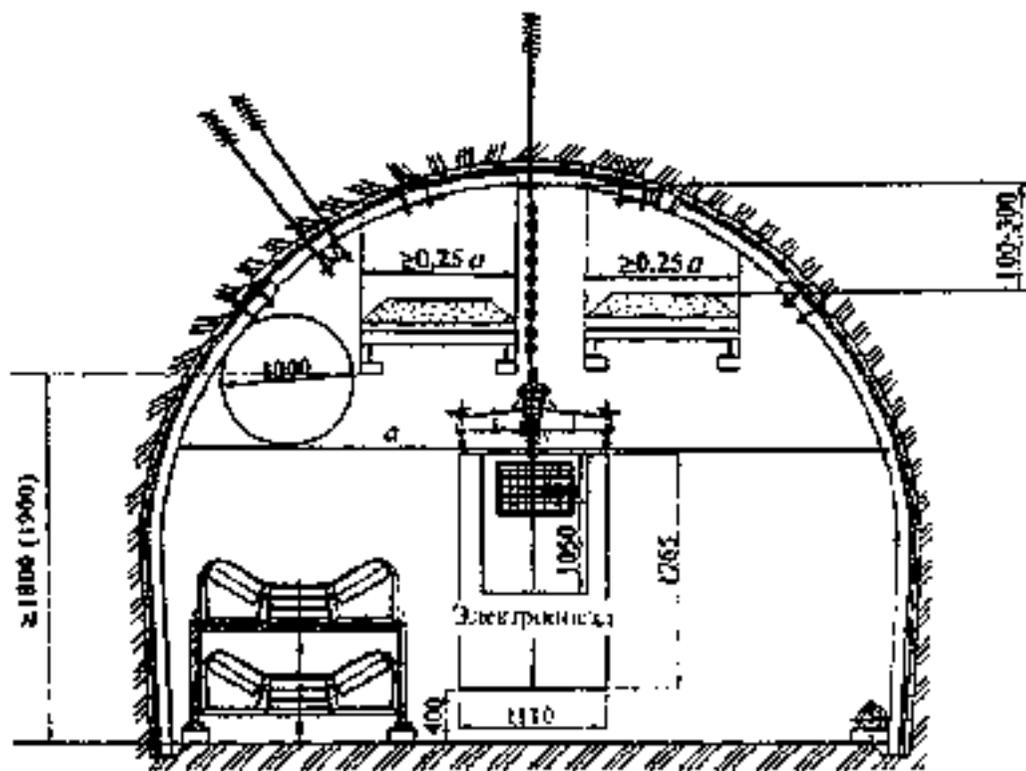


Рис. 6. Схема установки сланцевых заслонов в выработке сечением не менее $19,2 \text{ м}^2$, закрепленной металлической арочной крепью из специального профиля и оборудованной ленточным конвейером и монорельсовым транспортом

Приложение 3

ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ИНЕРТНОЙ ПЫЛИ

№ п/п	Наименование показателя	Показатель
1	Массовая доля оксида кальция, %	Не менее 51,0
2	Массовая доля оксида магния, %	Не более 2,5
3	Массовая доля суммы полуторных оксидов железа и алюминия, %	Не более 5,0
4	Массовая доля диоксида кремния, %	Не более 3,0
5	Массовая доля фосфора, %	Не более 0,06
6	Массовая доля мышьяка, %	Не более 0,003
7	Массовая доля влаги, %	Не более 1,0
8	Массовая доля горючих веществ, %	Не более 0,5
9	Гранулометрический состав, %: остаток на сите 016 остаток на сите 0063	Не более 15,0 Не более 50,0
10	Степень гидрофобизации: удовлетворительная высокая	0,3 0,5
11	Горючесть	Группа негорючих материалов
12	Коэффициент теплопроводности, Вт/м×К	0,45 – 1,00
13	Взвешиваемость в воздухе, %: удовлетворительная средняя	Не менее 70 50–70

СХЕМЫ
УСТАНОВКИ ВОДЯНЫХ ЗАСЛОНОВ ИЗ СОСУДОВ
В СЕЧЕНИИ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК,
ЗАКРЕПЛЕННЫХ РАЗЛИЧНЫМИ ВИДАМИ КРЕПИ

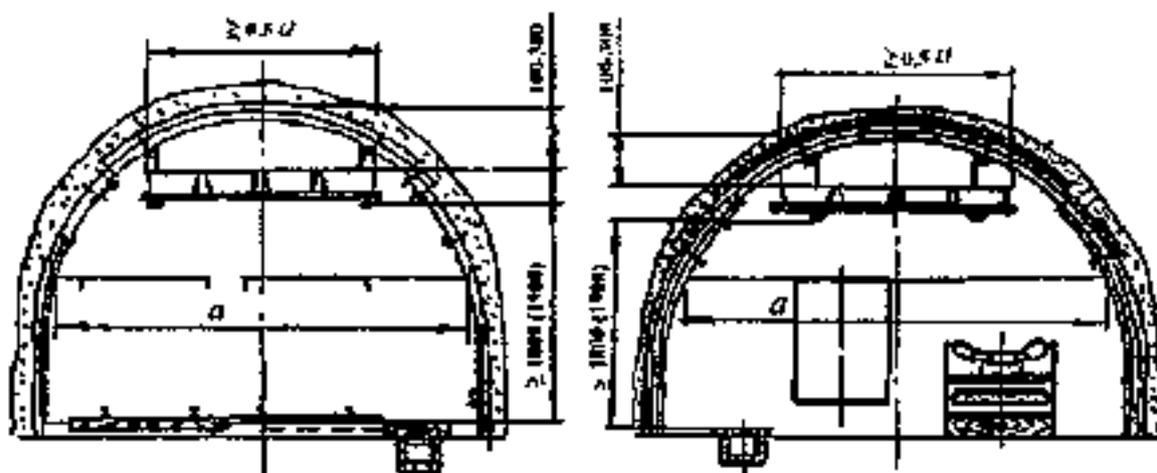


Рис. 1. Схема установки водяных заслонов в выработках, закрепленных металлической арочной крепью из специального профиля

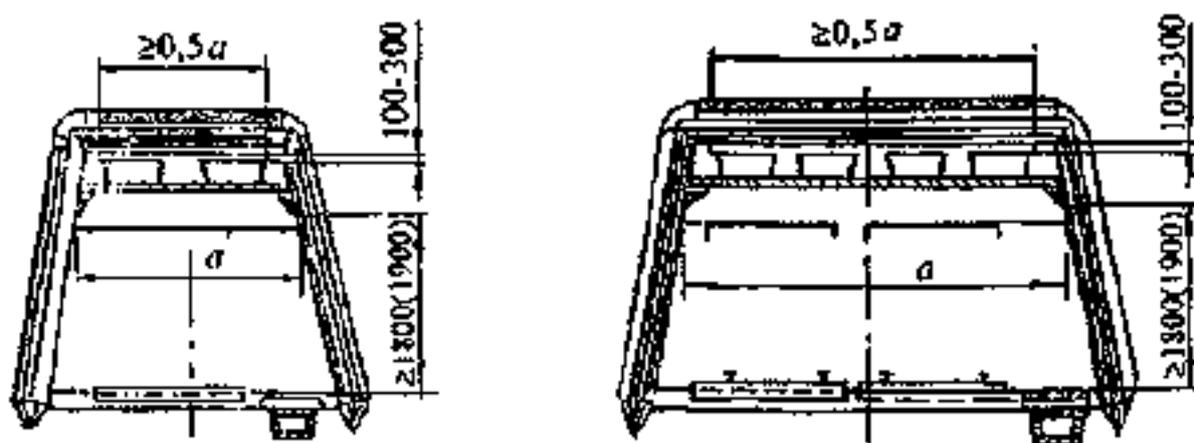


Рис. 2. Схема установки водяных заслонов в выработках, закрепленных деревянной крепью

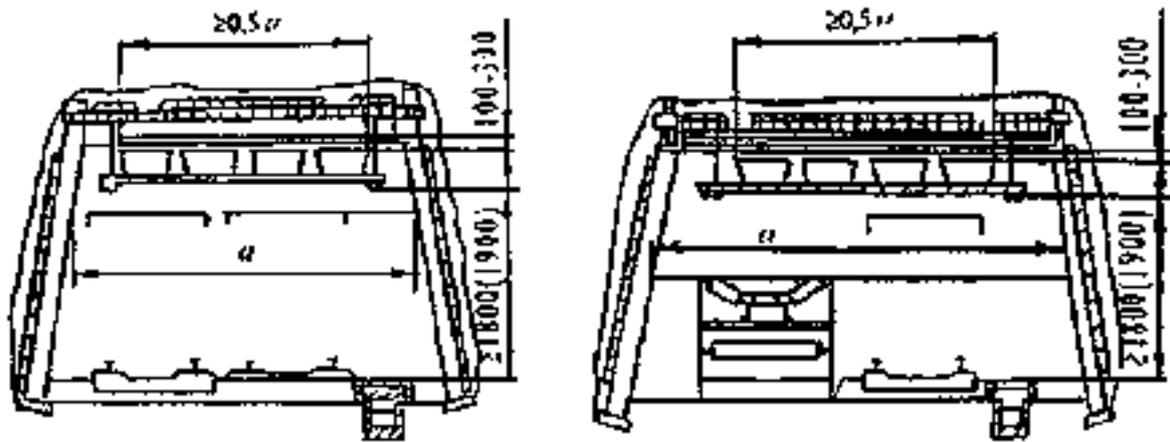


Рис. 3. Схема установки водяных заслонов в выработках, закрепленных железобетонными стойками и шарнирно-подвесными верхняками

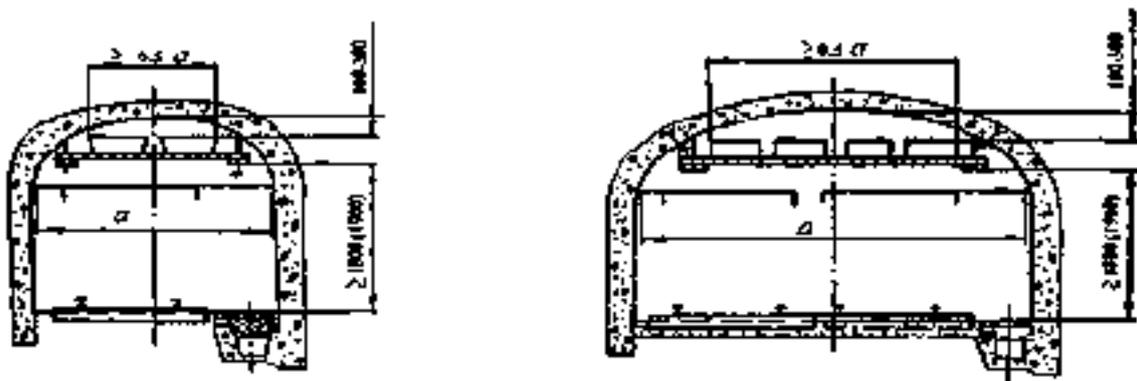


Рис. 4. Схема установки водяных заслонов в выработках, закрепленных бетонной крепью

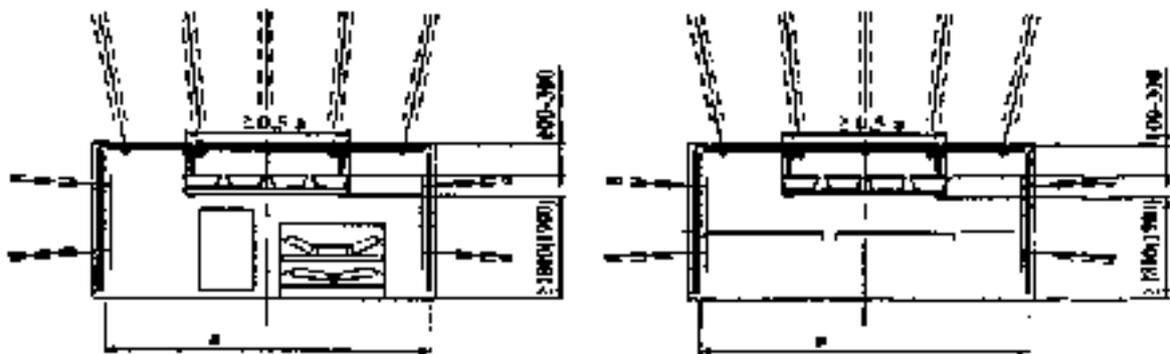


Рис. 5. Схема установки водяных заслонов в выработках, закрепленных анкерным креплением

СХЕМЫ УСТАНОВКИ ВОДЯНОГО ЗАСЛОНА
ИЗ ВОДЯНЫХ КАРМАНОВ

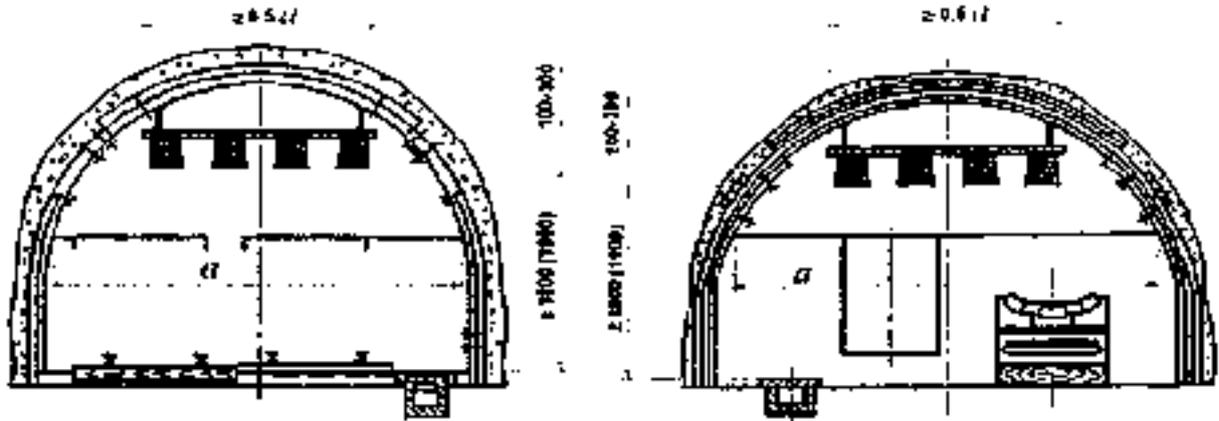


Рис. 1. Схема установки водяного заслона
из водяных карманов под кровлей выработки

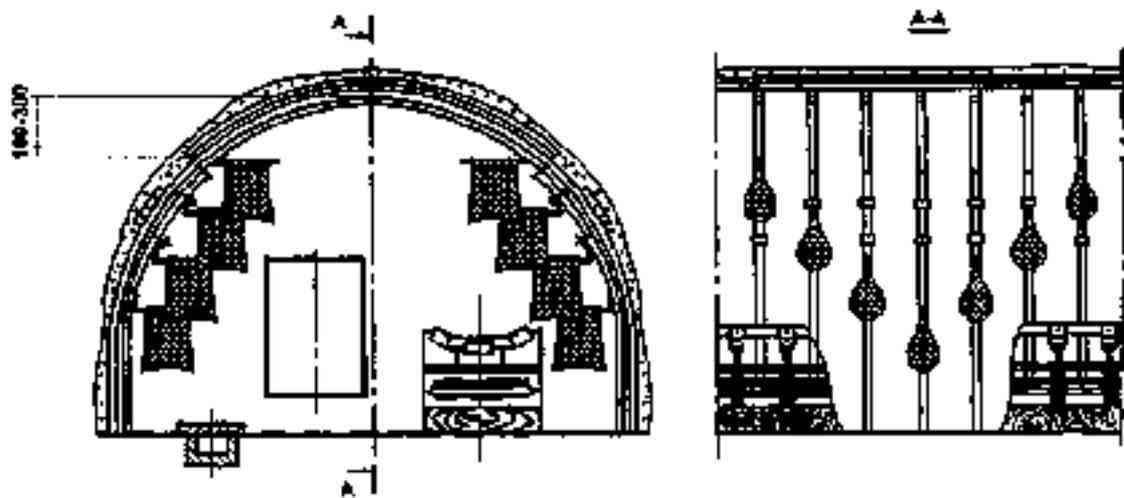


Рис. 2. Схема установки водяного заслона
из водяных карманов на боках выработки

СХЕМА УСТАНОВКИ АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ
ЛОКАЛИЗАЦИИ ВЗРЫВОВ

АСЛВ в горной выработке крепятся к анкерам и (или) к элементам крепи

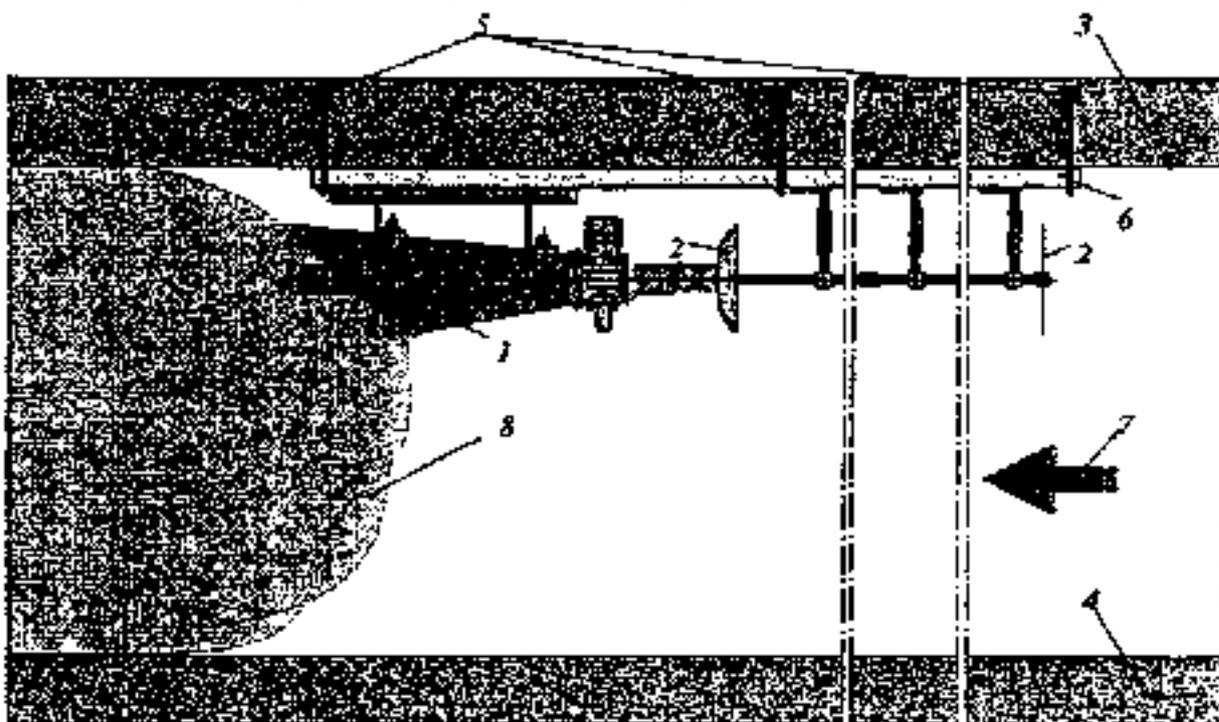


Рис. 1. Крепление АСЛВ в выработке с анкерной крепью:
1 – АСЛВ; 2 – извещатель; 3 – кровля выработки; 4 – почва выработки; 5 – анкерная крепь; 6 – крепежная конструкция; 7 – направление распространения фронтов ударно-воздушной волны и пламени, образованных в результате взрыва метановоздушной смеси и (или) угольной пыли; 8 – облако огнетушащего порошка во взвешенном состоянии

СХЕМЫ УСТАНОВКИ ВЗРЫВОЛОКАЛИЗУЮЩИХ ЗАСЛОНОВ

На [рисунках 1-9](#) настоящего приложения используются следующие условные обозначения:

(|) – сланцевый взрыволокализирующий заслон;

∇ – водяной взрыволокализирующий заслон;

|>| – автоматический взрыволокализирующий заслон;

-----> – направление вентиляционного потока.

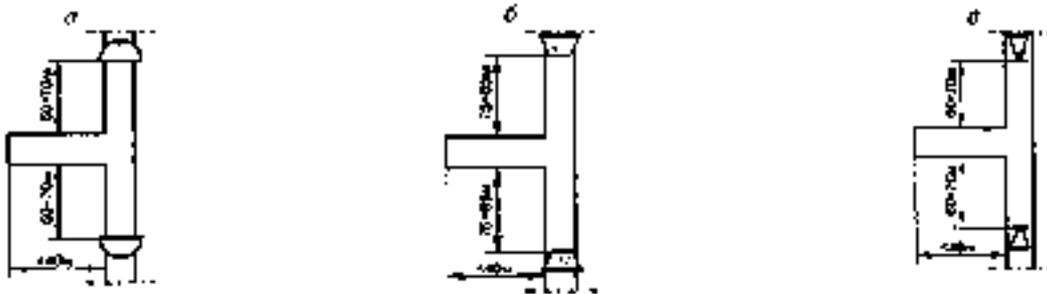


Рис. 1. Схемы установки заслонов в выработке, сопряженной с подготовительной выработкой, проводимой по углю или по углю и горной породе, длиной меньше 40 м

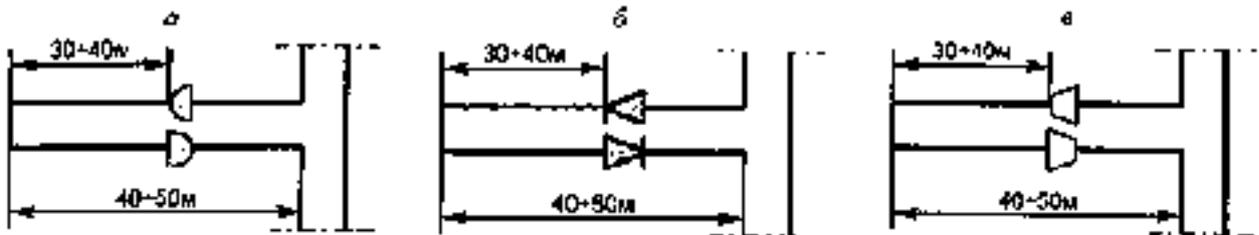
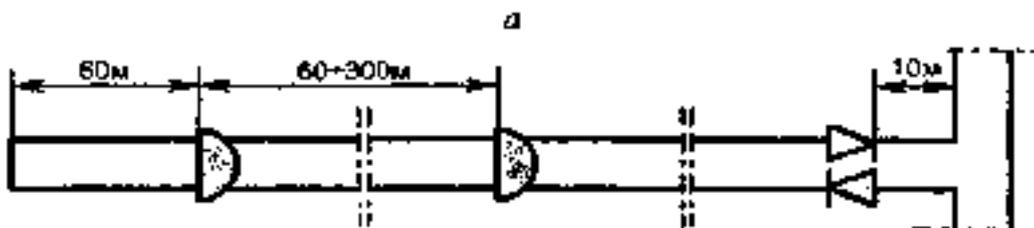


Рис. 2. Схемы установки заслонов в подготовительной выработке длиной 40–50 м



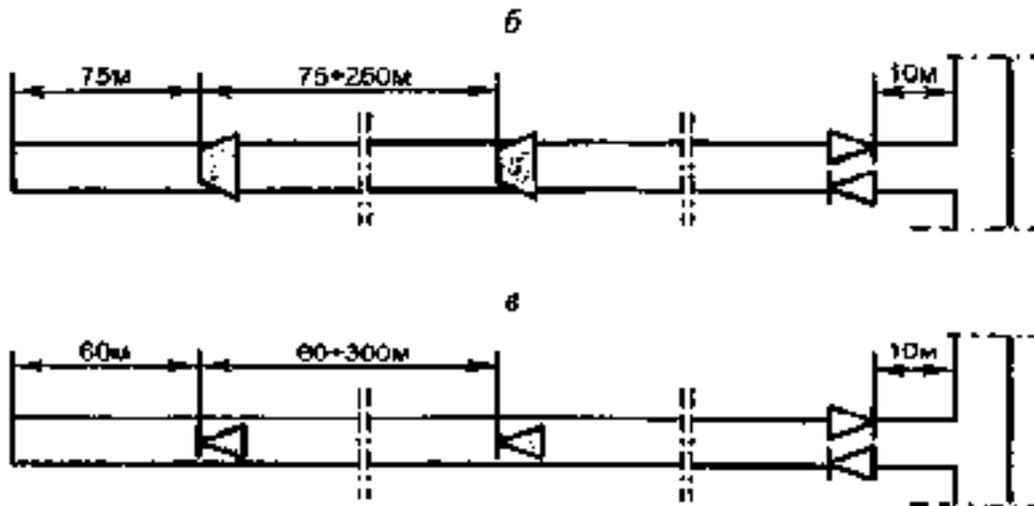


Рис. 3. Схемы установки заслонов в подготовительной выработке

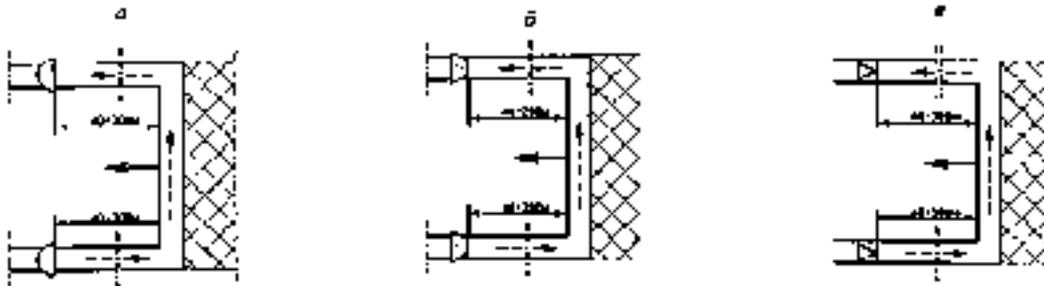


Рис. 4. Схемы установки заслонов от сопряжения с очистной выработкой по ходу движения забоя в конвейерной и вентиляционной выработке с возвратной схемой проветривания

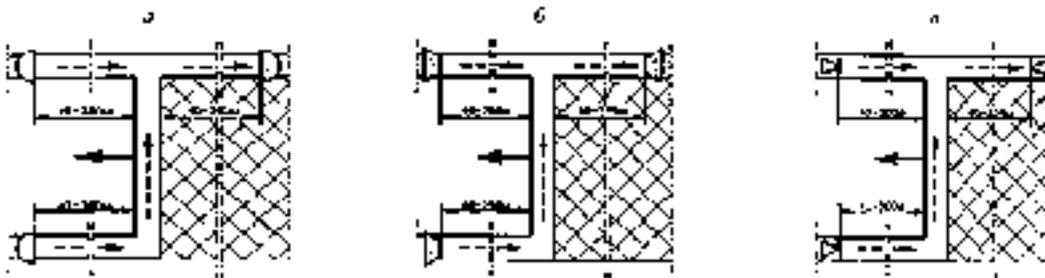


Рис. 5. Схемы установки заслонов от сопряжения с очистной выработкой в конвейерной выработке и в вентиляционной выработке, по которой отводится вентиляционная струя при прямоточных с подсвежением схемах проветривания

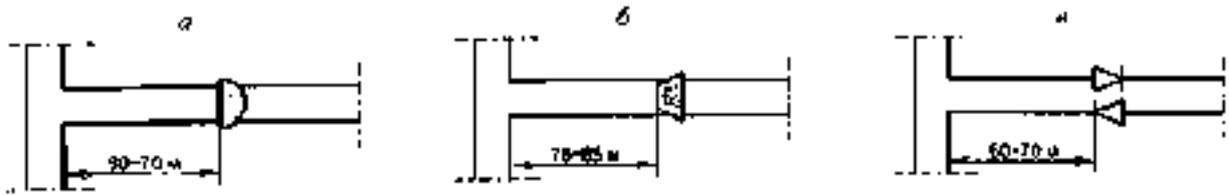


Рис. 6. Схемы установки заслонов в конвейерной и вентиляционной выработках у сопряжений данных выработок с бремсбергами, уклонами, квершлагами

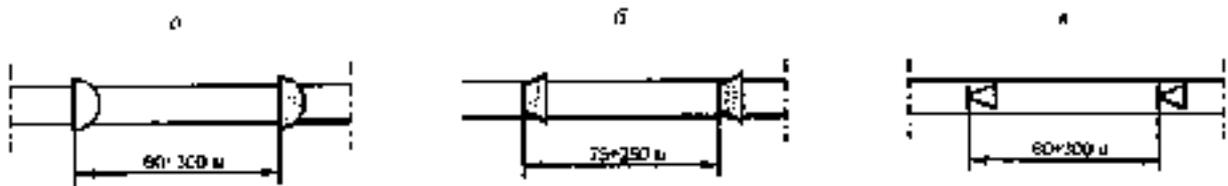


Рис. 7. Схемы установки заслонов в выработках, оборудованных ленточными конвейерами

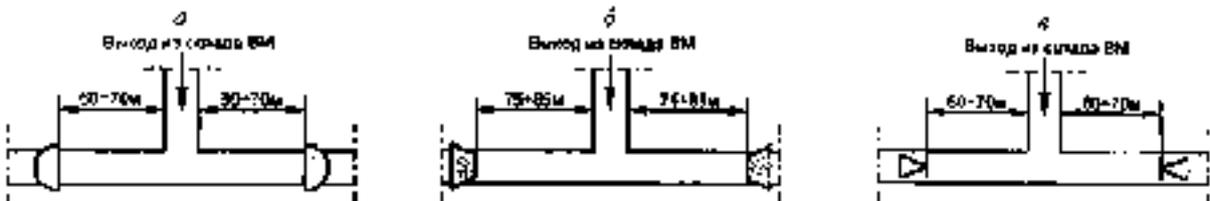


Рис. 8. Схемы установки заслонов в выработках, сопряженных с выходами из склада ВМ

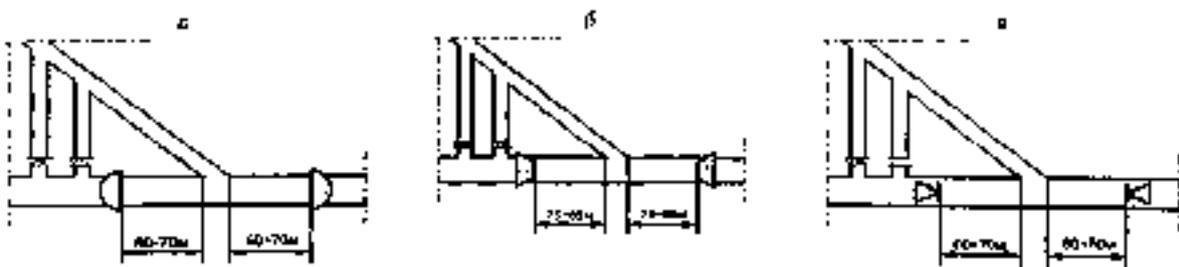


Рис. 9. Схемы установки заслонов в действующей выработке с двух сторон от ее сопряжения с газодренажной выработкой

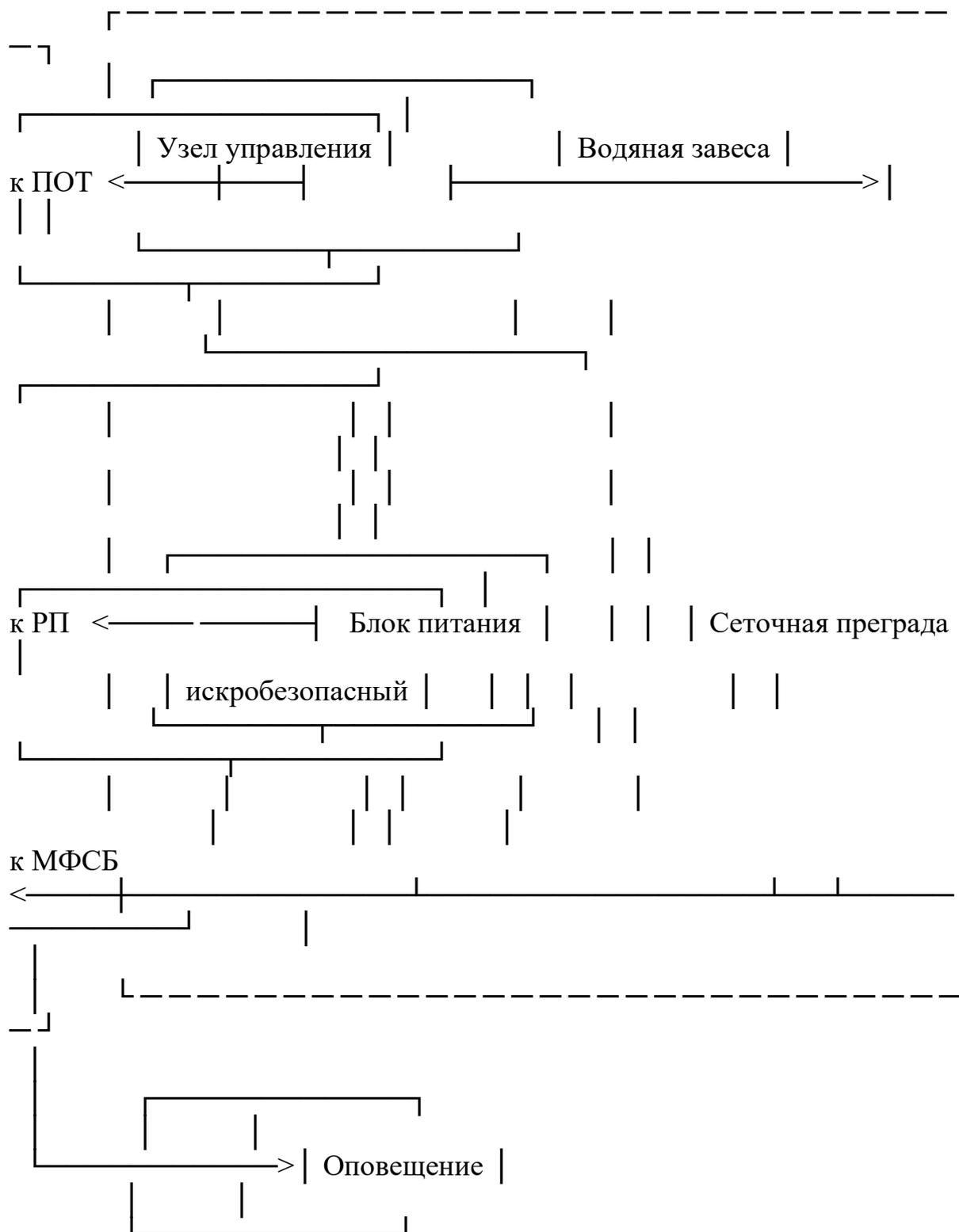


Рис. 1. Блок-схема подключения АВЗ:

ПОТ – пожарно-оросительный трубопровод; РП – распределительный пункт электроснабжения; МФСБ – многофункциональная система безопасности

СХЕМЫ
УСТАНОВКИ СИСТЕМ ЛОКАЛИЗАЦИИ ВЗРЫВОВ
АВТОМАТИЧЕСКИХ В ГОРНЫХ ВЫРАБОТКАХ

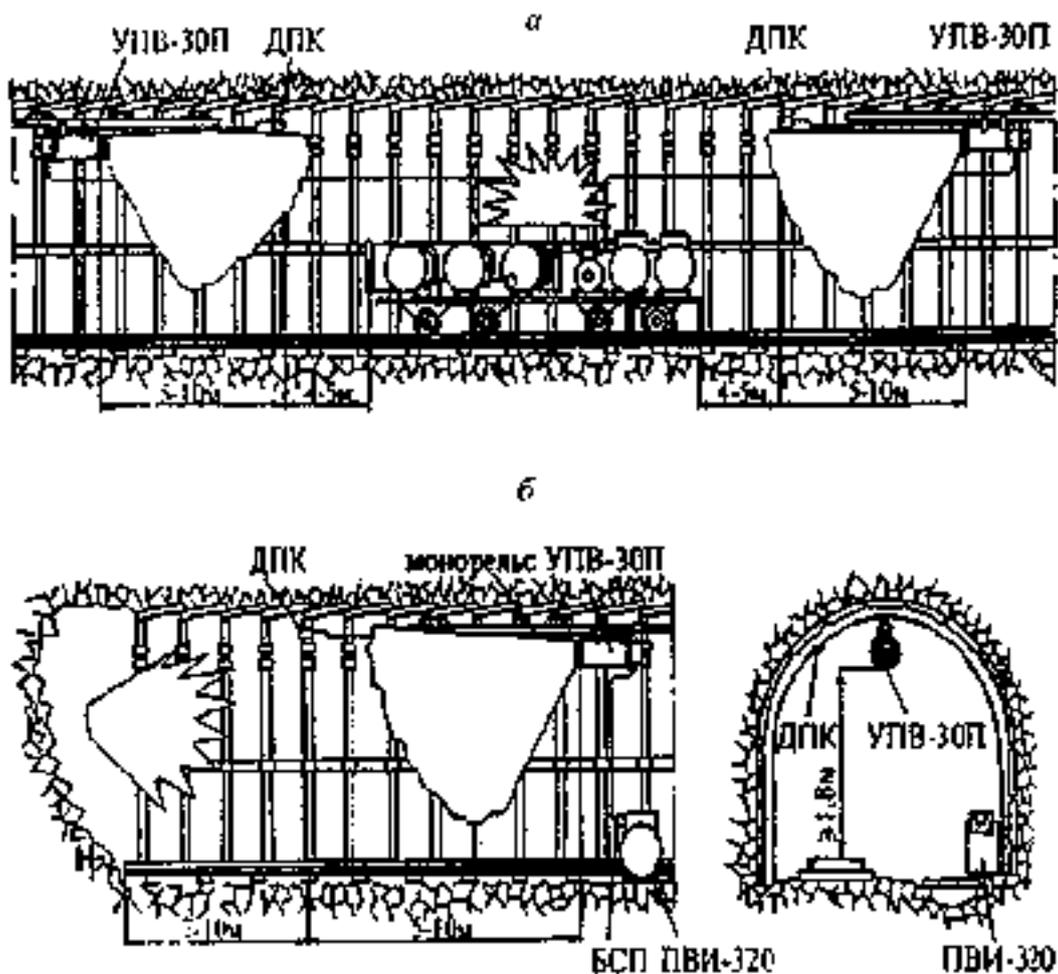


Рис. 1. Схемы установки СЛВА в горных выработках:
а – для защиты распределительного пункта; б – для защиты тупиковой выработки; УПВ-30П – устройство подавления воспламенения; ДПК – датчик пламени; БСП – блок сопряжения с пускателем; ПВИ – пускатель взрывозащищенный искробезопасный

АКТ

сдачи в эксплуатацию пассивного взрыволокализирующего заслона

УТВЕРЖДАЮ
Технический директор
(главный инженер) шахты

_____ 20__ г.

На шахте _____ техническим отделом
(название шахты, к какой угольной компании шахта относится)

шахты разработана документация на установку пассивного взрыволокализирующего заслона в горной выработке шахты (участка), которая включена в проект Пылевзрывозащиты шахты.

В соответствии с разработанной документацией на шахте установлен

_____ (тип заслона – сланцевый, водяной)

Горная выработка _____.

Номер заслона _____ комплектация _____.

_____ (количество инертной пыли (воды) и основные технические характеристики заслона)

На участке аэрологической безопасности заведены журналы по обслуживанию, контролю и эксплуатации пассивных взрыволокализирующих заслонов, а у каждого места установки пассивного взрыволокализирующего заслона в шахте укреплен аншлаг установленного образца.

Персонал, осуществляющий контроль состояния пассивных взрыволокализирующих заслонов, ознакомлен с устройством и правилами эксплуатации взрыволокализирующего заслона.

Пассивный взрыволокализирующий заслон принят в эксплуатацию.

Зам. главного инженера _____

Начальник участка аэрологической безопасности _____

Начальник(и) участка(ов) _____

АКТ
сдачи в эксплуатацию автоматического
взрыволокализирующего заслона

УТВЕРЖДАЮ
Технический директор
(главный инженер) шахты

" ___ " _____ 20__ г.

На шахте _____ техническим отделом
(название шахты, к какой угольной компании шахта относится)

шахты разработана документация на установку автоматического взрыволокализирующего заслона в горной выработке шахты, которая включена в проект пылевзрывозащиты шахты.

В соответствии с разработанной документацией на шахте установлен автоматический взрыволокализирующий заслон, состоящий из _____ АСЛВ,

(количество)

серийный(е) N _____

Горная выработка _____

Номер заслона _____ комплектация _____

(основные технические характеристики заслона)

На участке аэрологической безопасности заведены журналы на обслуживание и эксплуатацию автоматических взрыволокализирующих заслонов, а у каждого места монтажа автоматического взрыволокализирующего заслона в шахте укреплен аншлаг установленного образца.

Персонал, осуществляющий контроль состояния автоматических взрыволокализирующих заслонов, ознакомлен с устройством и правилами эксплуатации автоматического взрыволокализирующего заслона.

Автоматический взрыволокализирующий заслон принят в эксплуатацию.

Зам. главного инженера _____

Начальник участка АБ _____

Начальник(и) участка(ов) _____

Представитель сервисного центра по монтажу, наладке, обслуживанию и ремонту автоматических систем _____

Приложение 11
(рекомендуемый образец)

РАБОЧИЙ ЖУРНАЛ
по обслуживанию пассивного взрыволокализирующего заслона

Пассивный взрыволокализирующий заслон N _____.

Тип заслона _____.
(сланцевый, водяной)

Наименование горной выработки _____.

Сечение горной выработки _____ м².

Место установки заслона (номер пикета, расстояние от сопряжения с ближайшей горной выработкой) _____.

Участок, за которым закреплен заслон _____.

Расчетное количество инертной пыли или воды на заслон _____ кг (л).

Емкость полки, сосуда или водяного кармана _____ кг (л).

Число сосудов, полок или водяных карманов _____ шт.

Дата		Состояние заслона	Подпись лица, производившего осмотр заслона	Распоряжение начальника участка аэрологической безопасности	Замечание технического директора (главного инженера) шахты
установки заслона	осмотра				
1	2	3	4	5	6

РАБОЧИЙ ЖУРНАЛ

по обслуживанию автоматического взрыволокализирующего заслона

Автоматический взрыволокализирующий заслон N _____, состоящий из

АСЛВ, серийный(е) N _____.
Наименование горной выработки

Сечение горной выработки _____ м².

Место установки заслона (номер пикета, расстояние от сопряжения с ближайшей горной выработкой) _____.

Участок, за которым закреплен заслон _____.

Количество огнетушащего порошка в бункере АСЛВ _____ кг.

Установленное рабочее давление сжатого воздуха в АСЛВ _____ кгс/см².

Дата последней поверки контрольного манометра " __ " _____ 20__ г.

Дата		Состояние заслона	Подпись лица, производившего осмотр заслона	Распоряжение начальника участка аэрологической безопасности	Замечание технического директора (главного инженера шахты)
установки заслона	осмотра				
1	2	3	4	5	6

(рекомендуемый образец)

АНШЛАГ

пассивного взрыволокализирующего заслона

Пассивный взрыволокализирующий заслон N _____.

Тип заслона

_____.

(сланцевый, водяной)

Горная выработка _____, сечение
_____ м².

Количество инертной пыли (воды) _____ кг (л).

Число полок (пластмассовых сосудов, водяных карманов) _____ шт.

Емкость полки (пластмассового сосуда, водяного кармана) _____ кг (л).

Дата загрузки инертной пылью или заливки водой заслона _____.

Дата осмотра заслона _____.

Ф.И.О. и подпись проверяющего _____

(рекомендуемый образец)

АНШЛАГ

автоматического взрыволокализирующего заслона

Автоматический взрыволокализирующий заслон N _____, состоящий из

_____ АСЛВ, серийный(е) N _____.

Горная выработка _____, сечение _____ м².

Количество огнетушащего порошка _____ кг.

Изначально установленное рабочее давление сжатого воздуха _____ кгс/см².

Показание контрольного манометра АСЛВ N _____ на момент проверки _____ кгс/см².

Дата установки автоматического взрыволокализирующего заслона _____.

Дата осмотра заслона _____.

Ф.И.О. и подпись проверяющего _____

Практическая работа № 5

Организация работ по проведению искусственной вентиляции легких

Цель работы: получить навыки по работе с прибором ГС-10.

Порядок выполнения работы

- 1) изучить методические указания и оформить отчет;
- 2) провести проверку остаточных знаний, отвечая на контрольные вопросы

Общие сведения

Как известно, наиболее сложным и трудным приемом оказания первой помощи является восстановление дыхания пострадавшему, находящемуся в бессознательном состоянии, когда сердце и дыхание человека находятся в стадии угасания.

Способы оживления мнимоумерших ко времени создания спасательных дружин были известны и почти все горноспасатели умели их применять в случае необходимости. Однако, производство искусственного дыхания требовало большого умения, часто длительного времени и затраты значительных физических усилий.

Стремясь механизировать процесс оживления пострадавших, в Германии были разработаны автоматические приспособления для производства искусственного дыхания. Это аппараты «Инхабад» и «Пульмотор». Такие аппараты применялись и горноспасателями России.

Механический аппарат «Инхабад» имитировал искусственное дыхание пострадавшему по способу Сильвестра с подачей кислорода в легкие пострадавшего. Более сложный аппарат фирмы Дрегер «Пульмотор» позволял производить искусственное дыхание и ингаляцию. В конце 30-х годов в научно-исследовательской лаборатории ВГСЧ Донбасса аппарат «Инхабад» был несколько усовершенствован и получил название рама ОКА (оживляющий кислородный аппарат). С

С помощью ОКА пострадавшему можно было автоматически подавать смесь кислорода с воздухом, один кислород, смесь кислорода с углекислым газом (карбоген) для лучшего стимулирования дыхания с помощью ингаляторов и механически производить искусственное дыхание по способу Сильвестра. Поэтому ОКА состоял из двух частей: слегка выгнутой доски с металлической рамой для механического производства искусственного дыхания и кислородного или кислородно-углекислотного ингалятора.

Кислородный и кислородно-углекислотный ингалятор предназначены для равномерной подачи дозированных количеств кислорода, кислорода с воздухом или углекислотой с целью восстановления нормального дыхания у пострадавшего.

Деревянная слегка выгнутая доска с металлической рамой и переключательным краном, расположенным под доской, предназначена для механического производства искусственного дыхания.

При отсутствии или порче ингалятора оживление осуществлялось применением одного аппарата для механизации процесса искусственного дыхания. Равным образом, ингалятор применялся для оживления при отсутствии аппарата для механизации искусственного дыхания.

Рама ОКА находилась на оснащении ВГСЧ до 50-х годов прошлого века.

Метод Сильвестра получил широкое распространение ввиду того, что он сравнительно проще других (Шефера, Нильсена) и требует меньших усилий.

Однако опытами было доказано, что метод Нильсена дает значительно лучшую вентиляцию легких, чем метод Сильвестра. Это было использовано врачом научно-исследовательской лаборатории ВГСЧ Сибири И.Ф.Швайко в созданном им оживляющем аппарате для производства искусственного дыхания по методу Нильсена.

Основу аппарата составляла складная рама (доска) с откидными ножками. Внизу, под передней частью рамы, укреплялась система рычажных передач из металлических трубок, позволявшая приводить в движение рычаги с подлокотниками, закрепляемыми ремнями к локтевым суставам рук пострадавшего. Пострадавший укладывался лицом вниз, причем на уровне его рта в раме имелось круглое отверстие для выведения рвотных масс; через это же отверстие проходила и трубка ингалятора. Две подушечки трапецевидной формы, соединенные тремя пружинами, накладывались широкими краями на лопатки пострадавшего. К имевшимся по бокам этих подушек крючкам прикреплялись цепочки, соединенные с рычагами. При качательном движении рукоятки, соединенной с рычажной системой аппарата, надавливание на лопатки производилось с помощью трапецевидных подушечек, как и при ручном способе, в направлении вперед, вниз и несколько в сторону.

Оживляющие аппараты Швайко изготавливались в механических мастерских штаба ВГСЧ Сибири и имелись на оснащении горноспасательных подразделений.

В дальнейшем оживляющая аппаратура проектировалась с использованием энергии сжатого кислорода и метода вдувания-отсасывания дыхательной смеси в легкие человека. Это были аппараты серии «ДП» и «Горноспасатель», которые эксплуатируются до настоящего времени.

Аппарат "Горноспасатель-10"

Аппарат искусственной вентиляции легких "Горноспасатель-10" предназначен для проведения искусственной вентиляции легких (ИВЛ) пострадавшим при авариях и несчастных случаях в шахте.

ИВЛ может проводиться в пригодной (автономная работа аппарата) и

непригодной для дыхания атмосфере.

В непригодной для дыхания атмосфере аппарат применяется совместно с любым газозащитным аппаратом, используемым в горноспасательной практике в атмосфере, соответствующей их защитной способности.

Показания к применению аппарата: расстройство дыхания, приводящее к недостаточной вентиляции легких; прекращение дыхания в результате слабой сердечной деятельности; отсутствие дыхания, сопровождающееся прекращением сердечной деятельности, т.е. клиническая смерть.

С помощью аппарата возможно проведение ингаляции чистым кислородом.

Техническая характеристика

Запас кислорода в баллоне при 200 ат, л.....	200
Масса аппарата, кг.....	5
Габаритные размеры, мм.....	353x242x120
работа в режиме ИВЛ	
Время действия аппарата, мин.....	90
Давление вдоха аппарата, мм рт.ст	
минимальное (основной режим).....	13,2±1,1
максимальное (дополнительный).....	21,1±2,2
при экстренной ручной подаче, мм вод.ст....	500±50
Минутная вентиляция, л/с.....	0,2±0,03
содержание кислорода в дыхательном газе, %.....	35±5
работа в режиме ингаляции	
Время действия аппарата, мин.....	15
Производительность ингаляционного устройства, л/с..	1
Содержание кислорода в дыхательном газе, %.....	99,2-99,5
Разрежение вдоха, мм вод.ст.....	3

Устройство и работа ГС-10

Переключение с фазы вдоха на фазу выдоха происходит вследствие достижения заданного давления дыхательного газа в дыхательном контуре аппарата (принцип переключения - по давлению).

Для осуществления вдоха используются энергия сжатого кислорода, содержащегося в баллоне, и способность инжектора подсасывать атмосферный воздух (или другой дыхательный газ) и направлять образовавшуюся кислородно - воздушную смесь в легкие пострадавшего.

Выдох осуществляется пассивно за счет упругих сил грудной клетки и легких человека.

Аппарат имеет кислородораспределительные системы высокого и низкого давления и дыхательный контур.

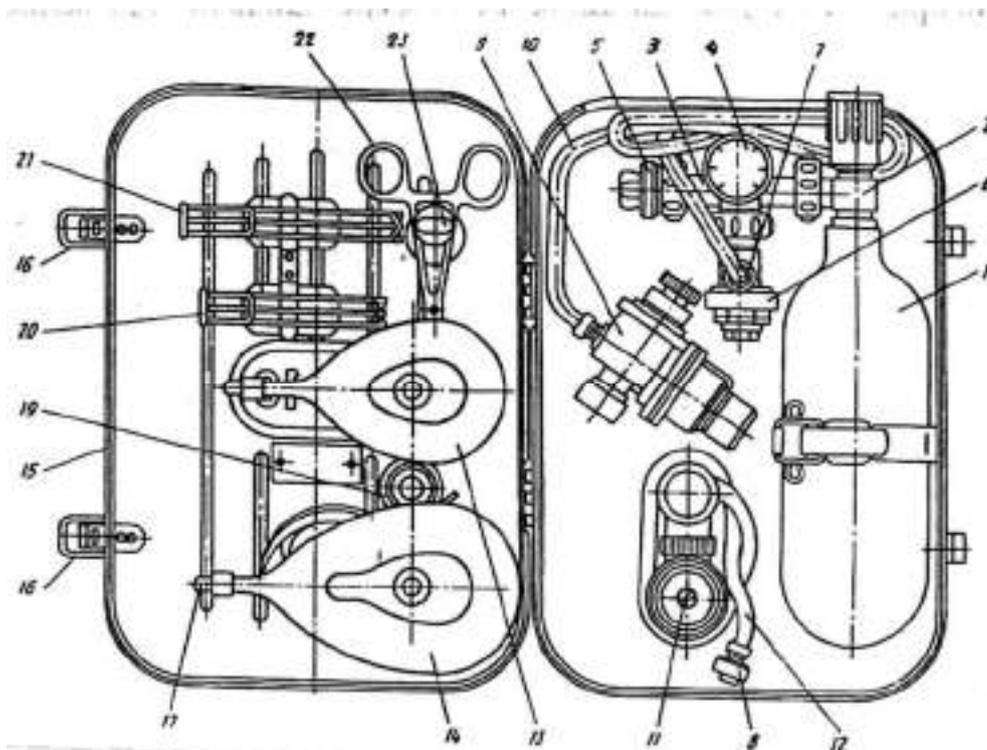


Рис 1. Аппарат ГС-10

В кислородораспределительную систему высокого давления (рис. 1) входят баллон 1 емкостью 1 литр с вентилем 2, тройник 3 с манометром 4 и заглушкой 5.

В кислородораспределительную систему низкого давления ИВЛ входят редуктор 6 с присоединенным к нему гайкой 7 разъемом 8 и переключающее устройство 9 с гибкой трубкой 10.

В кислородораспределительную систему низкого давления ингаляции входят редуктор 6 с присоединенным к нему гайкой 7 разъемом 8 и ингаляционное устройство 11 с гибкой трубкой 12.

Дыхательный контур ИВЛ состоит из дыхательной маски 13 (14) и присоединяющейся к ней части переключающего устройства 9.

Дыхательный контур ингаляции состоит из дыхательной маски 13 (14) и присоединяющейся к ней части ингаляционного устройства 11.

В ранце 15, который закрывается замками 16, размещены пробка 17, маскодержатель 18, переходник 19, языкодержатели 20, 21, 22, зуборасширитель 23.

Работа в режиме ИВЛ

При автономном применении аппарат работает по схеме с полуоткрытым дыхательным контуром (рис.2 и 3а). Кислород из баллона 4 поступает через тройник 1, редуктор 3 и гибкую трубку 2 в переключающее устройство 5, которое одновременно является генератором вдоха, так как содержит инжектор, создающий поток кислородно-воздушной смеси и направляющий его через дыхательную маску 6 в легкие пострадавшего.

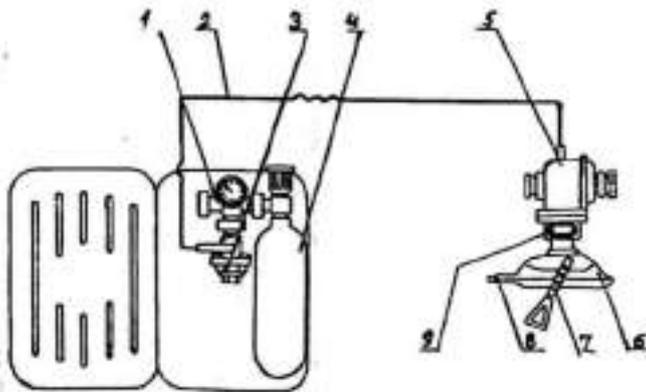


Рис.2

После достижения в дыхательном контуре заданного давления перекрывается доступ кислорода в инжектор и, следовательно, прекращается подача дыхательного газа в легкие. Затем в результате давления, создаваемого упругими силами грудной клетки и легких, происходит пассивный выдох в атмосферу через отверстие овального фланца 9, расположенного

на корпусе переключающего устройства.

При работе в непригодной для дыхания атмосфере (при совместном применении с изолирующими дыхательными аппаратами) аппарат работает по схеме с полузакрытым дыхательным контуром (рис.3 в, г, д, е). Кислород из баллона 5

поступает через редуктор 4 и гибкую трубку 3 переключающего устройства 2. Одновременно инжектор начинает подсасывать дыхательный газ из аппарата, подсоединенного к овальному фланцу 6 переключающего устройства 2, и направляет образовавшуюся газовую смесь через дыхательную маску 7 в легкие пострадавшего.

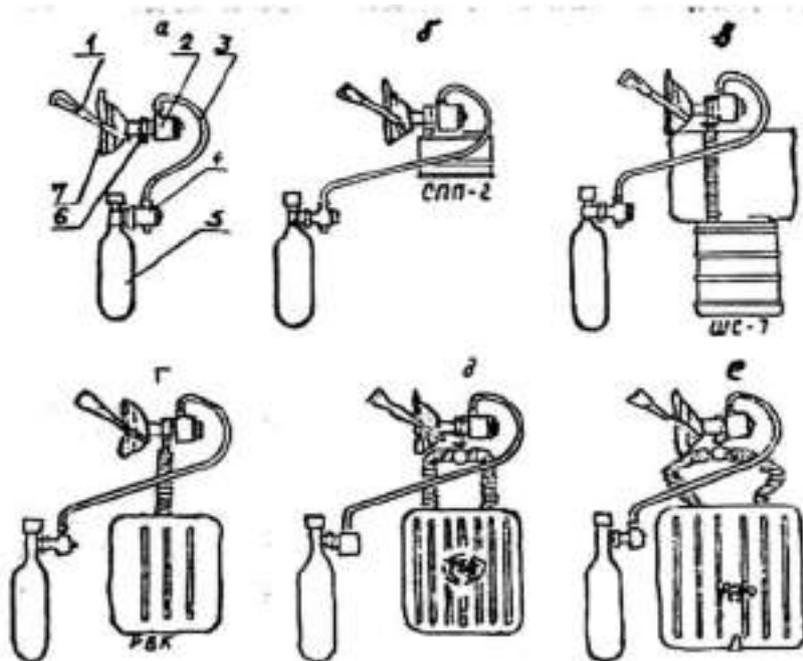


Рис.3

После достижения в дыхательном контуре заданного давления прекращается поступление кислорода в инжектор и начинается фаза пассивного выдоха. Выдыхаемый газ поступает через отверстие овального фланца 6 обратно в дыхательный аппарат, где очищается от углекислого газа и снова используется для дыхания.

При совместном применении с дыхательными аппаратами фильтрующего типа аппарат работает по схеме с полуоткрытым дыхательным контуром. В этом случае выдох происходит в атмосферу (рис.3 б).

Работа в режиме ингаляции

Ингаляция осуществляется чистым кислородом. При вдохе кислород из баллона 3 (рис.4) поступает через тройник 1, редуктор 2, гибкую трубку 4 и ингаляционное устройство 8. Ингаляционное устройство обеспечивает необходимый поток кислорода в зависимости от глубины вдоха пострадавшего и направляет его через дыхательную маску 7 в легкие.

Выдох осуществляется через клапан 5 ингаляционного устройства 8 в атмосферу.

Применение аппарата ГС-10

Проведение ИВЛ в пригодной для дыхания атмосфере

Проведение ИВЛ пострадавшему в пригодной для дыхания атмосфере производится в следующем порядке:

1. командиру отделения убедиться в отсутствии пульса и дыхания у пострадавшего, информировать личный состав отделения о клинической смерти пострадавшего и подать команду "приступить к оказанию помощи":

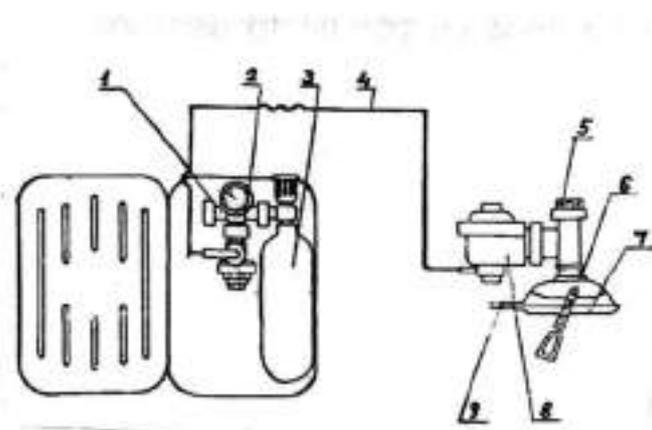


Рис.4

2. командиру отделения встать на колени на левую сторону от пострадавшего, открыть ему рот руками или роторасширителем, осмотреть полость рта и при наличии слизи, рвотных масс, инородных тел быстро очистить намотанной на палец салфеткой (бинтом); положить ладони левой руки на шею, а ладонь правой - поместить на лоб и запрокинуть голову,

ввести в полость рта сетчатый языкодержатель так, чтобы он выступал на передние зубы не более чем на один сантиметр;

3. убедиться в отсутствии перелома ребер в области сердца;

4. приступить к непрямому массажу сердца, не ожидая подключения пострадавшего к аппарату ИВЛ;

5. замыкающему положить аппарат ИВЛ перед собой справа от головы пострадавшего и открыть крышку; извлечь сетчатый языкодержатель, оголовье и положить их у головы пострадавшего. Роторасширитель, бинт, салфетку извлекают по требованию командира или медработника;

6. присоединить к круглому фланцу переключающего устройства ротоносовую маску, и после введения командиром сетчатого языкодержателя в полость рта пострадавшего открыть вентиль баллона, наложить маску на лицо пострадавшего; удерживать ротоносовую маску с переключающим устройством до тех пор, пока респираторщик N 1 закрепит ее маскодержателем; контролировать ритмичность работы аппарата ИВЛ и расход кислорода по манометру: подключить запасной кислородный баллон при падении давления в основном баллоне до 100 ат; использовать запасной баллон до давления 10 атмосфер;

7. респираторщику N 1 встать на колени у изголовья пострадавшего, удерживать его голову в максимально запрокинутом положении на протяжении всего времени производства ИВЛ, подвести под шею пострадавшего маскодержатель и закрепить им ротоносовую маску с переключающим устройством; закрепить нить языкодержателя к боковой кнопке маски; расстегнуть воротник и контролировать пульс на сонной артерии пострадавшего;

8. респираторщику N 3 освободить пострадавшего от аккумулятора, расстегнуть пояс, если он туго стянут; убедиться в отсутствии переломов нижних конечностей, приподнять и обеспечить их приподнятое положение во время проведения непрямого массажа сердца.

Проведение ингаляции

При появлении у пострадавшего устойчивого самостоятельного дыхания командир отделения подает команду "перейти на ингаляцию":

1. респираторщику N 1 отстегнуть маскодержатель, снять ротоносовую маску, извлечь языкодержатель, отсоединить от маски переключающее устройство и передать его замыкающему; подсоединить маску к ингаляционному устройству, наложить маску на лицо пострадавшего и закрепить ее маскодержателем;

2. замыкающему закрыть вентиль баллона в аппарате ИВЛ и контролировать падение давления до нуля; отсоединить трубку переключающего устройства от редуктора, подсоединить к нему трубку ингаляционного устройства и передать ее респираторщику N 1; открыть вентиль баллона; наблюдать за давлением кислорода в баллоне до 10 ат и производить его своевременную замену;

3. респираторщику N 3 поднести к аппарату ИВЛ кислородные баллоны, доставленные на базу.

В аппаратах ГС-10, снабженных разъемами, вентиль баллона не пере-

крывается, а отсоединяют в разъеме переключающее устройство и подсоединяют ингаляционное.

Проведение ИВЛ в непригодной для дыхания атмосфере с использованием вспомогательного респиратора

По команде "приступить к оказанию помощи" всем в отделении действовать одновременно:

1. командиру отделения встать на колени по левую сторону от пострадавшего, раскрыть ему рот, разжав при необходимости зубы роторасширителем;

2. осмотреть полость рта и, при наличии слизи, рвотных масс, инородных тел, быстро очистить ее намотанной на палец салфеткой (бинтом); запрокинуть голову пострадавшему; ввести по середине спинки языка сетчатый языкодержатель так, чтобы он выступал за передние зубы не более чем на один сантиметр;

3. убедиться в отсутствии проникающего ранения сердца и перелома ребер в области сердца, после подключения пострадавшего к аппарату ИВЛ приступить к непрямому массажу сердца;

4. респираторщику № 1 встать у изголовья пострадавшего, удерживать его голову в максимально запрокинутом положении на протяжении всего времени ИВЛ; закрепить плотно маску с переключающим устройством; закрепить нить языкодержателя к маске; расстегнуть воротник пострадавшего; контролировать пульс на сонной артерии;

5. респираторщику № 2 разместиться слева от пострадавшего между командиром отделения и респираторщиком № 1, положив перед собой вспомогательный респиратор, заменить шлем - маску на загубник и, развернув его в противоположном направлении от подбородка, открыть вентиль баллона, нажать на байпас до срабатывания избыточного клапана; подтянуть респиратор к пострадавшему и передать мундштучную коробку с загубником замыкающему;

6. замыкающему положить аппарат ИВЛ перед собой справа от головы пострадавшего, выложить языкодержатель и оголовье, подсоединить к круглому фланцу ротоносовую маску, удерживая переключающее устройство круглым фланцем вниз, подсоединить к овальному фланцу загубник респиратора;

7. открыть вентиль баллона аппарата ИВЛ и после появления шипящего звука наложить маску на лицо пострадавшего; удерживать переключающее устройство до тех пор, пока респираторщик № 1 закрепит маску; контролировать работу ИВЛ;

8. респираторщику № 3 освободить пострадавшего от аккумулятора; расстегнуть пояс, если он туго затянут; убедиться в отсутствии переломов нижних конечностей, приподнять и обеспечить их возвышенное положение в течение всего времени проведения массажа сердца.

В непригодной для дыхания атмосфере переключение с режима ИВЛ на режим "Ингаляции кислорода" не производится.

Проверка аппарата ГС-10

В процессе эксплуатации аппарат ГС-10 подвергается сокращенной и полной проверкам. Кроме того, один раз в год в специализированных мастерских проводят ревизию всех составных частей аппарата с заменой вышедших из строя деталей.

Сокращенная проверка аппарата ГС-10

Сокращенная проверка аппарата проводится один раз в месяц в подразделении и после каждого случая применения лицом, за которым закреплен аппарат в следующем порядке.

Открыть вентиль баллона и по манометру аппарата определить давление кислорода, которое должно быть 200 ± 10 ат.

Тлеющим фитильком проверить герметичность соединений баллона, манометра, заглушки и редуктора с тройником, а также штуцера переключающего и ингаляционного устройства с редуктором. При обнаружении утечек их необходимо устранить.

Определить субъективно исправность переключающего устройства. Для этого соединить дыхательную маску с переключающим устройством и открыть вентиль баллона. Закрыть дыхательную маску несколько раз ладонью во время вдоха.

Четкое переключение устройства, определяемое на слух, является признаком его исправности. Если переключение отсутствует или происходит с перебоями, переключающее устройство необходимо проверить на приборе КП-3м.

После проведения сокращенной проверки присоединить к аппарату наполненный кислородом баллон и проверить герметичность этого соединения тлеющим фитильком.

Полная проверка аппарата ГС-10

Полная проверка аппарата ГС-10 производится в подразделениях ВГСЧ один раз в шесть месяцев, а также при обнаружении неисправностей в работе во время сокращенной проверки или при эксплуатации. Проверку проводит лицо, за которым закреплен аппарат. Основные параметры аппарата проверяют при помощи приборов КП-3м и УКП-5. Устранение неисправностей, при которых требуется полная разборка переключающего и ингаляционного устройств, производится в специализированных мастерских. После полной проверки к аппарату подсоединяют наполненный кислородом баллон и проверяют герметичность их соединений, как и при сокращенной проверке.

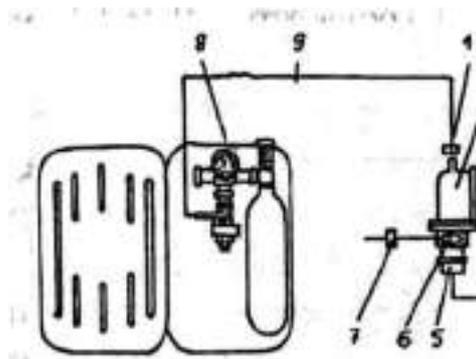


Рис.4

При полной проверке определяется давление кислорода в баллоне и герметичность системы высокого и низкого давлений по схеме, показанной на рис.4. Для этого необходимо открыть вентиль баллона и по манометру 8 определить давление кислорода, пережать гибкую трубку 9 и закрыть вентиль баллона, наблюдая за стрелкой манометра. При падении давления определяют тлеющим фитильком место утечки кислорода и устраняют течь. Система высокого и низкого давления считаются герметичными, если в течение одной минуты не наблюдается падения давления.

Для проверки герметичности дыхательного контура аппарата необходимы пружинящие зажимы для дыхательных трубок, мановакуумметр, секундомер и медицинская резиновая трубка. Проверка герметичности аппарата осуществляется при закрытом вентиле, для чего следует создать через овальный штуцер 6 в системе избыточное давление воздуха 500 мм вод.ст. пережать отвод овального штуцера 7 и одновременно включить секундомер, наблюдая за показаниями мановакуумметра 3. Давление не должно снижаться более чем на 30 мм вод.ст.

Для проверки минимального давления вдоха используются контрольный манометр, контрольный прибор КП-3м и резиновая гофрированная трубка. Проверка проводится по схеме рис.5. Кнопка переключающего устройства должна быть установлена в положение, при котором давление вдоха 13,2 мм рт.ст., т.е. толкатель должен быть виден в прорези маховичка. По прибору КП-3м определяют величину минимального давления вдоха, которая должна составлять $13,2 \pm 1,1$ мм рт.ст.

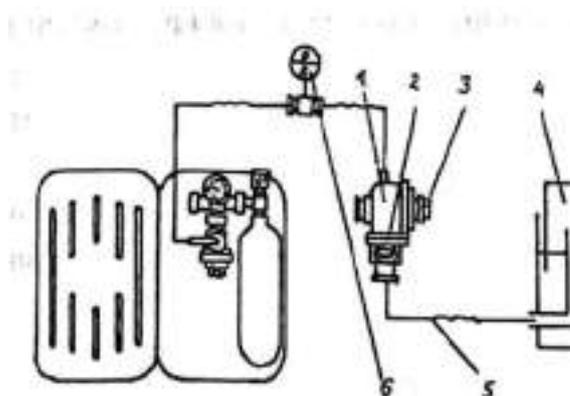


Рис.5

Проверка максимального давления вдоха осуществляется по этой же схеме, при этом предварительно провернуть маховичок, чтобы в прорези не был виден толкатель. Максимальное давление вдоха должно составлять $21,1 \pm 2,2$ мм рт.ст.

При проверке времени вдоха используют те же приборы и оборудование, что и при проверке минимального давления

вдоха, а также секундомер. Осуществляется проверка по схеме рис.5 при открытом вентиле баллона. Маховичок следует зафиксировать в положении,

как и при проверке минимального давления вдоха, и по секундомеру определить его время. Время вдоха должно составлять $2 \pm 0,1-0,2$ секунды. Если время вдоха отличается от заданного, регулируют давление в редукторе.

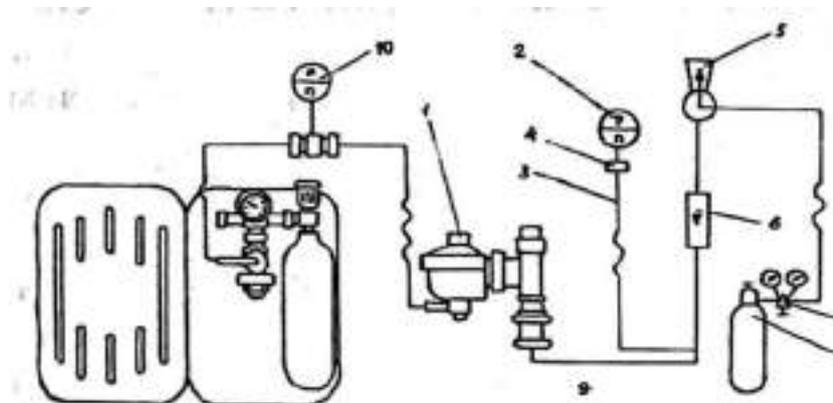


Рис.6

Для проверки времени действия аппарата в режиме ИВЛ используются приборы и оборудование, которое применяется при проверке времени вдоха. Проверка проводится по схеме рис.5. При этом необходимо открыть вентиль баллона, перекрыть отверстие в овальном фланце 7 во время фазы выдоха, включить секундомер в начале вдоха и по прибору КП-3м определить время вдоха. Если продолжительность вдоха не менее 16 с, то обеспечивается действие аппарата в течение 90 мин. Если время вдоха меньше заданного (при соответствии всех других параметров), необходимо проверить герметичность соединений сопел эжектора и мембраны с эжектором.

Проверка продолжительности фазы выдоха в режиме ИВЛ осуществляется по схеме рис.5 при открытом вентиле баллона. По секундомеру необходимо определить продолжительность фазы вдоха, которая должна составлять $3,2 \pm 0,2$ секунды.

Проверка вакуумметрического давления вдоха ингаляционного устройства проводится с применением прибора УКП-5, контрольного манометра и соответствующих переходников. Проверка осуществляется при открытом вентиле баллона по схеме рис.6. При этом необходимо открыть вентиль баллона прибора УКП-5, рычаг "клапан" перевести в положение "откр", а маховичок "кэ"- в положение "отсас"; вращая маховичок "поток" в сторону "больше", создать поток 10 л/мин. Вакуумметрическое давление не должно превышать 3 мм вод.ст. (определяется по шкале манометра). Если давление вдоха не соответствует заданному, следует отрегулировать его, а после регулировки - зафиксировать.

Для проверки подачи ингаляционного устройства необходимы приборы и оборудование, используемые при предыдущей проверке. Проверку осуществляют при давлении кислорода в баллоне 200 и 20 ат. С помощью прибора УКП-5 обеспечивают подачу 60 л/мин кислорода и определяют по

манометру-реометру вакуумметрическое давление, создаваемое в ингаляционном устройстве. Если давление превышает 20 мм вод. ст., то проверяют работоспособность редуктора аппарата.

Неисправности аппарата ГС-10, связанные с негерметичностью соединений, устраняются путем подтягивания этих соединений или заменой прокладок, при этом не следует забывать перекрыть запорный вентиль баллона и выпустить кислород из системы.

Устранение неисправностей аппарата, требующие разборки его узлов, должны проводиться в специализированной мастерской.

Вопросы для самопроверки

1. Что такое аппарат ГС-10?
2. Как осуществляется проверка аппарата ГС-10?
3. Как осуществляется подготовка аппарата к работе?
4. В каких случаях выполняется искусственная вентиляция легких.
5. Как подготовить пострадавшего к проведению ИВЛ.
6. Как осуществляется выполнение искусственной вентиляции легких с применением прибора ГС-10.
7. Как осуществляется выполнение искусственной вентиляции легких с применением прибора ГС-10 в непригодной для дыхания атмосфере.

Практическая работа.

1. Ознакомится с прибором ГС-10.
2. Выполнить беглую проверку аппарата ГС-10.

Практическая работа № 6

Изучение аппаратов связи ВГСЧ

Цель работы:

- 1) изучить аппараты связи ВГСЧ.

Порядок выполнения работы

- 1) изучить методические указания и оформить отчет;
- 2) провести проверку остаточных знаний, отвечая на контрольные вопросы;
- 3) изучить аппараты связи.

Общие сведения

В первые годы организации горноспасательных подразделений сигнализации в квартирах спасателей не было. В случае аварии на шахте посыльный оповещал спасателей, находящихся дома. Посыльный брал палку, ходил по домам и стучал в окна с криком :«тревога». Если спасателя не оказывалось дома, его жена бежала разыскивать мужа.

Связи между шахтами и расположением спасателей также не было. В случае аварии с шахты посылали нарочного, который либо на коне, либо бегом добирался до подразделения спасателей и извещал об аварии.

До 1939 года наземная связь между подразделениями ВГСЧ осуществлялась обычными телефонами через несколько коммутаторов, а потому зачастую была неудовлетворительной как по скорости, так и по качеству слышимости.

В некоторых отрядах устанавливались свои небольшие коммутаторы для связи с каждым подразделением. Такая связь была надежнее и качественней.

Были приняты меры к тому, чтобы заменить телефонную связь между штабами ВГСЧ и отрядами, а также между отрядами и их подразделениями, расположенными на значительном расстоянии друг от друга, более надежной и быстрой радиосвязью. В начале 1941 года ряд отрядов, имеющих большой радиус обслуживания, были полностью радиофицированы радиоаппаратами МРК-0.02. Для этой цели в каждом таком подразделении была введена штатная должность радиста.

Связь командного пункта на поверхности с подземной базой часто осуществлялась с помощью шахтной телефонной сети и полевыми фониескими телефонами, которые имелись на вооружении горноспасателей.

С начала 30-х годов XX века делаются попытки применения радиосвязи командного пункта на поверхности с работающими в шахте отделениями.

Первая модель двухсторонней радиоустановки испытывалась в фев-

рале 1939 года на шахте № 3-4 в Донбассе. При этом пятиваттный передатчик был установлен в районе рудничного двора шахты, а приемник на расстоянии около 1700 метров. Радиосвязь осуществлялась по двухпутевому коренному штреку и уклону, насыщенных токопроводящими линиями. Слышимость была весьма хорошей. Однако связи не получилось, когда пытались вести переговоры с расстояния 100 м в штреке, не имеющим каких-либо металлических проводников.

Обнаружение пострадавших, оставшихся живыми за завалом, часто происходило по сигналам, подаваемым ими ударами по рельсам, трубам или по массивам породы и угля. Было установлено, что передача звука по рельсам или по подвешенным на всем протяжении трубам происходит на большие расстояния. Так, по трубопроводу диаметром 150 мм в наклонной шахте постукивание костяшками пальцев передавалось на расстояние 450 метров. Подобные сигналы пострадавших можно услышать с помощью специальных приборов.

Такой прибор, геофон, был изобретен французским физиком во время империалистической войны (1913-1917 г.г.) для обнаружения саперных минировочных подземных операций противника. Прибор был усовершенствован инженерами США, а затем разработкой прибора для горноспасателей занималось горное бюро США.

Геофон конструкции горного бюро США состоял из чугунного кольца, закрытого сверху и снизу медными дисками. Внутри такой коробки между двумя диафрагмами находится свинцовый диск. Диафрагмы металлические или слюдяные расположены одна над кольцом, а другая под кольцом и прижаты к кольцу медными дисками. Между диафрагмами и медными дисками, а также между свинцовым диском и кольцом имеются зазоры.

Коробка геофона воздухонепроницаема. На штуцер верхнего медного диска одета резиновая трубка длиной 600-900 мм внутренним диаметром 6 мм, которая вставляется в ухо наблюдателя. При установке его соответствующим образом на землю и при ударах или раскапывании земли вблизи него, колебания земли передаются корпусу геофона. Свинцовый же диск, имея большую массу и будучи подвешенным между дисками, остается относительно неподвижным, воздух же внутри коробки то сжимается, то расширяется, что и передается по резиновой трубке наблюдателю. При этом если звук идет справа, он слышится правым ухом и наоборот. Поворачивая голову, можно принять такое положение, когда оба уха будут слышать этот звук одинаково, т.е. звук идет или прямо спереди, или прямо сзади. С помощью двух приборов можно определить положение источника звука довольно точно.

Было замечено, что в угольных шахтах удары лучше производить по бортам выработки и что удары молотком (по сравнению с другими горными инструментами) передаются лучше и слышны на больших расстояниях.

Геофон с никелевыми диафрагмами воспринимал удары молотом весом 7,2 кг на расстоянии 900 м по породе, на 600 м по углю, на 120 м по глине и на 170 м по наносам. В обыкновенном разговоре голос человека был воспринят через 45 метровую толщу угля.

В горноспасательной практике с применением геофонов неоднократно удавалось спасать жизнь шахтеров при обрушениях в то время, как никаким другим способом обнаружить присутствие их в районе обрушения не представлялось возможным.

Значительно уменьшается количество жертв во время возникновения подземных аварий в шахтах, когда шахтеры быстро оповещаются об опасности.

Работники Всесоюзного научно-исследовательского угольного института А.Ф. Архангельский и С.Н. Пономарев разрабатывают устройство для оповещения горнорабочих об аварии с помощью ароматических веществ.

Устройство, разработанное ими, хомутом крепилось на трубу подземного воздухопровода. В цилиндре устройства размещалась стеклянная ампула с дурнопахнущим веществом тиоацетоном. В случае аварии ампула раздавливалась с помощью специального устройства, вещество поступало в воздухопровод и сжатым воздухом разносилось по местам работы горнорабочих.

В заграничной практики для этих целей применяли вещества из группы ароматических веществ – меркаптанов – более сложных в изготовлении, но несколько интенсивнее по запаху.

Система оповещения шахтеров при авариях с использованием пахучих веществ применяется и в настоящее время.

Проводная связь

В настоящее время в ВГСЧ при выполнении горноспасательных работ в шахтах для связи отделений с подземной базой применяются проводные и высокочастотные средства связи. Из проводных средств связи используются аппаратура "Шахтофон", аппаратура "Уголек" и "Уголек-Т".

Аппаратура "Шахтофон", "Уголек" и "Уголек-Т" предназначены для прямой симплексной двусторонней громкоговорящей связи и односторонней (отделение-база) кодовой сигнализации тональными сигналами по двухпроводной линии между подземной базой и отделениями при ведении горноспасательных работ в шахтах. Кроме того, аппаратура "Уголек-Т" позволяет дистанционно измерять температуру окружающей среды в месте нахождения отделения и производить отсчет времени нахождения в загазированной среде (симплексная связь - это связь, позволяющая вести передачу информации между абонентами не одновременно, а попеременно, только в одну сторону).

Техническая характеристика проводных средств связи

показатели	"Шахтофон"	"Уголек"	«Уголек-Т»
Максимальная длина линии связи,км	5	5	5
Выходная электрическая мощность			
аппарата базы,вт	0,1	0,2	0,2
Источник питания аппарата базы	8РЦ-73	5РЦ-73	5РЦ-83
Источник питания аппарата отделения ..	РЦ-53	-	-
Продолжительность непрерывной работы без замены батарей,час	100	100	100
Масса,кг			
аппарата базы	1,5	1,0	1,5
аппарата отделения	0,43	0,4	0,65
подключающего устройства	-	0,14	0,1
футляра	-	-	2
Габариты,мм			
аппарата базы	195x110x58	62x81x130	178x176x60
аппарата отделения	145x62x53	60x63x90	142x72x42
Исполнение	РО,Иа	РО,Иа	РО,Иа
Диапазон измерений температур,°С			
с преобразователем ПТ	-	-	20-55
с преобразователем ПТВ	-	-	20-100
Длительность одного цикла измерения температуры,с	-	-	4
Объем таймера для отсчета времени,мин..	-	-	99

Аппаратура "Шахтофон"

Устройство

Комплект аппаратуры (рис. 1) состоит из аппарата базы (АБ) 1, двух аппаратов отделения (АО) 2, соединителя 3 и катушек связи с проводом. Аппаратура обеспечивает передачу информации голосом с места аварии на подземную базу, передачу информации голосом с подземной базы отделения и передачу отделением кодовой информации сигналом (из загазированной атмосферы) на подземную базу.

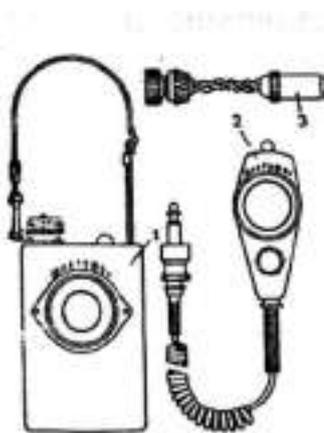


Рис. 1

Аппараты отделения и базы помещены в брызгозащищенные корпуса из ударопрочной пластмассы. Их конфигурация создает максимальные удобства при эксплуатации. Аппарат отделения свободно уместается в

руке, может крепиться к спецодежде с помощью карабина или просто находится в кармане. Аппарат базы переносится на плечевом ремне.

В комплекте аппаратуры "Шахтофон" имеется соединитель, с помощью которого аппарат отделения включается в линию связи в любой ее точке без зачистки изоляции проводов, спайки, разрыва связи и т.п.

Аппарат базы постоянно включен на прием. Это позволяет контролировать со стороны базы действия отделения в загазированной среде. Переключение аппарата базы на передачу осуществляется нажатием кнопки на корпусе АБ.

Подготовка "Шахтофона" к работе

Подготовка аппаратуры к работе производится в следующем порядке.

Отмотать от первой катушки 10-15 метров провода и вставить находящийся на его конце штепсель в гнездо аппарата базы.

Включить штепсель второй катушки в гнездо первой.

Включить штепсель аппарата отделения в гнездо второй катушки.

Проверить наличие двусторонней связи и кодовой сигнализации между аппаратами базы и отделения.

Прокладка проводной линии и ведение связи

После проверки и подготовки к работе аппаратуры и катушки связи для прокладки линии связи необходимо следующее.

Закрепить надежно конец провода первой катушки у места установки аппарата базы.

Закрепить аппарат отделения на груди и включить его штепсель в гнездо первой катушки.

Взять первую и вторую катушки и разматывать по мере движения провод с первой катушки.

Подвешивать провод к стенке выработки на высоте 1,5-2 метра через каждые 15-20 метров.

После разматывания провода с первой катушки подвесить ее на стенке выработки и отключить от нее аппарат отделения.

Отмотать от второй катушки 3-4 метра провода, закрепить его за ручку первой катушки и включить в ее гнездо штепсель второй катушки.

Включить штепсель аппарата отделения в гнездо второй катушки и проверить наличие связи с подземной базой.

Взять вторую катушку и продолжать прокладку проводной линии, поддерживая постоянную связь с подземной базой.

Для подключения к проложенной линии связи в любом месте соединителя необходимо следующее.

Включить штепсель аппарата отделения в гнездо соединителя.

Раздвинуть провода и так ввести между ними головку соединителя,

чтобы проводки оказались между головкой и гайкой в прорезях над штырями.

Вращать гайку по часовой стрелке до тех пор, пока штырями не будет проколота изоляция провода и не установится надежная связь с подземной базой.

Тактика применения аппаратуры "Шахтофон" аналогична тактике применения других проводных средств связи и будет описана ниже.

Проверка аппаратуры "Шахтофон"

Аппаратура связи "Шахтофон" проверяется перед применением как описано выше, а также один раз в месяц и после каждого применения.

Один раз в месяц и после применения аппаратура базы и отделения должны подвергаться внешнему осмотру, проверке комплектности, работоспособности и исправности источника питания.

При внешнем осмотре определяется чистота деталей, отсутствие внешних механических повреждений, целостность пломб на крышках аппаратов базы и отделения, исправность органов управления и комплектность аппаратуры.

Проверка работоспособности аппаратуры проводится так же как и при ее подготовке к работе (описана выше).

Проверяется исправность соединителя, для чего включается штепсель аппарата отделения в гнездо соединителя, раздвигаются провода и между ними вводится головка соединителя таким образом, чтобы проводки оказались между головкой и гайкой в прорезях над штырями, вращается гайка по часовой стрелке до тех пор, пока не установится надежная связь с подземной базой.

Проверяется надежность источников питания путем измерения их тока и напряжения. Ток источника питания аппарата базы должен быть не менее 100 мА, аппарата отделения - не менее 10 мА. Напряжение источника питания аппарата базы должен быть не менее 8 В, аппарата отделения - не менее 1 В.

Аппаратура связи "Уголек"

Устройство

Аппаратура "Уголек" обеспечивает:

- включение аппарата отделения в любой точке линии связи для установления связи с подземной базой;
- контроль аппаратом отделения исправности линии связи.

В комплект аппаратуры входят: аппарат базы (АБ), аппарат отделения (АО), подключающее устройство, вилка двухполюсная ВД-1 и розетка двухполюсная РД-1.

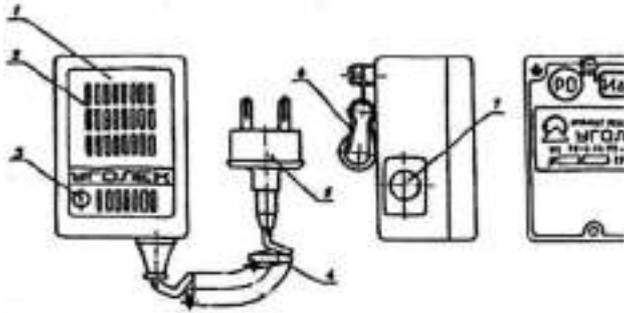


Рис.2

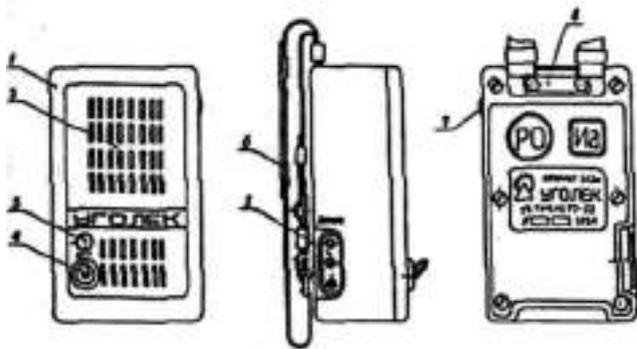


Рис.3

Внешний вид аппарата отделения показан на рис.2. На лицевой панели 1 аппарата имеется решетка 2 микротелефона и светодиод 3. На задней крышке аппарата расположен винт с карабином 6. В нижней части корпуса закреплен спиральный телефонный шнур 4 с двухполюсной вилкой 5, а на боковой стенке расположено окно малогабаритной кнопки 7.

При работе аппарат отделения удерживается одной рукой на расстоянии 10-15 см ото рта говорящего. Переносить аппарат отделения можно в кармане, на спецодежде или в руке.

Внешний вид аппарата базы показан на рис.3. На лицевой панели 1 имеется решетка 2

громкоговорителя, светодиод 3 и микротумблер 4 для включения источника питания. К держателю 8, закрепленному в верхней части задней стенки корпуса, прикреплен ремень 6, служащий для переноски аппарата. На одной из боковых стенок корпуса имеется малогабаритная кнопка 7, а на другой находится двухполюсная розетка 5 для подключения аппарата базы к линии связи.

Во время связи аппарат базы может находиться в руках либо подвешен к крепи.

В первом случае аппарат базы удерживается одной рукой на расстоянии 10-20 см ото рта говорящего. При этом большой палец правой руки располагается на кнопке и переключает аппарат базы с приема на передачу нажатием ее. Переносить аппарат базы можно в кармане и на плече с помощью ремня.

Внешний вид подключающего устройства показан на рис. 4. Оно состоит из обоймы 3, в которой неподвижно закреплен сердечник 5. В открытую сверху обойму входит шток 2. Шток имеет прорези, куда закладывается подключаемый провод. Сердечник имеет цилиндрические отверстия, в которые помещаются стаканы 9 с ножами 6, подпружиненными пружинами 7. Усилие пружин регулируется гайкой 8. Обойма и сердечник имеют специ-

альные прорезы для прохождения провода. На наружной поверхности сердечника закреплена скоба 1, запирающая шток с проводом. Снизу к обойме крепится двухполюсная розетка 4 для подключения аппарата отделения.

Для того чтобы подсоединить к линии связи подключающее устройство, необходимо отвести скобу, вынуть до упора шток из обоймы, вставить провод линии связи в прорезь штока, задвинуть шток с проводом в обойму и зафиксировать его скобой. С другой стороны подключающего устройства в розетку включить вилку спирального шнура аппарата отделения.

Подключающее устройство рассчитано только на применение с проводом марки ПДГС 2x0,4.

Подготовка аппарата "Уголек" к работе

Для подготовки аппаратуры к работе необходимо:

- аппарат базы подвесить на крепи выработки так, чтобы удобно было им пользоваться во время работы;
- взять катушку связи (рис. 5), вынуть из осевого отверстия двухполюсную вилку 1, подсоединенную к внутреннему концу провода, и включить ее в розетку аппарата базы;
- взять аппарат отделения и катушку связи, отойти на 20-25 метров от аппарата базы, разматывая провод;
- включить двухполюсную вилку аппарата отделения в розетку 2;
- проверить действие двусторонней связи (речевой и тонсигналом). Если при этом появится самопроизвольно звук в виде свиста, отнести аппарат отделения еще на 10-15 метров и повторно проверить состояние связи. Наличие нормальной двусторонней речевой связи и односторонней кодовой сигнализации свидетельствует об исправном состоянии и полной готовности аппаратуры к работе.

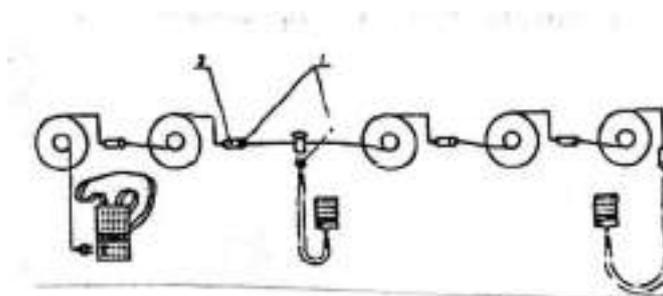


Рис.5

Проверяется исправность подключающего устройства, для чего аппарат отделения через подключающее устройство подсоединяется к линии связи и опробуется работоспособность аппаратуры.

Прокладка линии связи

После проверки и подготовки аппаратуры к работе прокладку линии связи осуществлять следующим образом:

- на уровне подвески аппарата базы на расстоянии 0,5-1 метр от него завязать провод на стойке крепи;
- закрепить аппарат отделения на спецодежде с помощью карабина, взять катушку связи, в которую включен аппарат отделения, взять остальные катушки, после чего отделению двигаться по заданному маршруту;
- подвесить провод, начиная от места установки аппарата базы, на высоте 1,5-2 метра от почвы и через каждые 15-20 метров привязывать его к стойкам крепи;
- после разматывания до конца провода первой катушки включить в линию связи вторую катушку для чего отключить аппарат отделения от первой катушки, взять вторую катушку, вытащить из ее осевого отверстия провод с вилкой и включить ее в розетку первой катушки. Вилку аппарата отделения включить в розетку второй катушки и проверить действие двусторонней связи;
- подвесить и закрепить на стойке крепи линейный провод с обеих сторон соединения вилки с розеткой так, чтобы исключить случайное разъединение их и падение на почву;
- после размотки второй катушки при необходимости дальнейшей прокладки линии использовать третью и последующие катушки.

Для подключения аппарата отделения в любой точке линии связи необходимо взять подключающее устройство, отвести скобу, вынуть до упора из обоймы шток, вставить провод линии связи в прорезь штока, задвинуть его с проводом в обойму и зафиксировать шток скобой. С другой стороны подключающего устройства в розетку включить вилку аппарата отделения.

Кодовая информация, переданная отделением, должна повторяться голосом принявшего ее на подземной базе для подтверждения правильности приема (например: «вас понял, прибыли на место и приступили к выполнению задания»).

Проверка аппаратуры "Уголек"

Проверка аппаратуры "Уголек" производится перед применением, как указывалось выше, после применения и один раз в месяц на внешний осмотр, работоспособность и пригодность источника питания.

При внешнем осмотре определяется комплектность аппаратуры, чистота деталей, отсутствие внешних повреждений, состояние подключающего устройства, двухполюсной вилки, футляра, двухполюсной розетки.

Пригодность источника питания проверяется путем измерения тока короткого замыкания. Секция 5РЦ-73 считается пригодной к использованию, если в течение 2-3 сек. она обеспечивает ток короткого замыкания 0,4-0,5 А. Секция с меньшим током короткого замыкания подлежит замене.

Аппаратура связи "Уголек-Т" Устройство

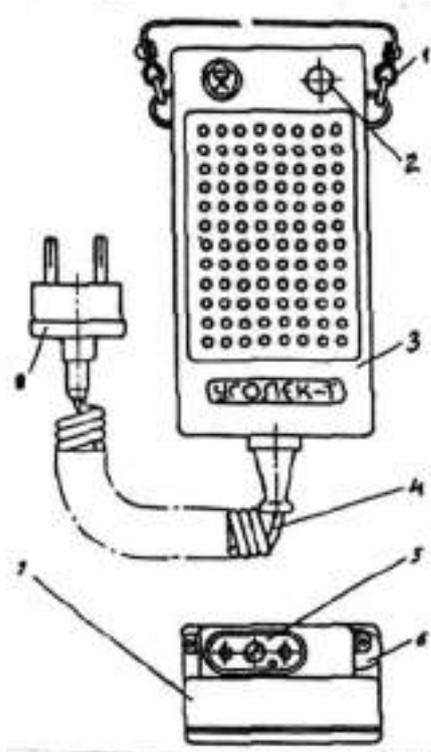


Рис.6

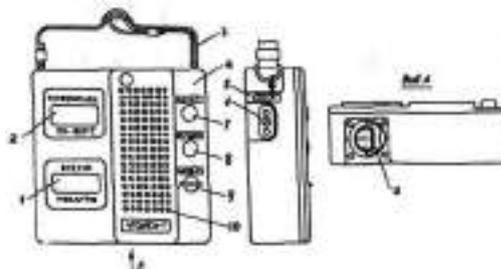


Рис.7

Аппаратура "Уголек-Т" обеспечивает:

- прямую двустороннюю громкоговорящую связь между абонентами аппаратов отделения и базы (направление связи изменяется при нажатии кнопки аппарата базы);
- прямую одностороннюю (от отделения на базу) сигнализацию тональными сигналами с помощью кнопки аппарата отделения;
- оперативное присоединение аппарата отделения и подключающего устройства с микротелефоном к любому участку линии связи;
- поверку отделением исправности линии связи;
- автоматическое дистанционное (циклическое) измерение температуры воздуха в месте нахождения аппарата отделения или выносного преобразователя температуры;
- внеочередное измерение температуры при нажатии на кнопку аппарата базы;
- отсчет времени нахождения отделения в загазированной среде на аппарате базы;
- цифровую индикацию измерений на аппарате базы;
- автоматическое подключение автономного источника питания к схеме при присоединении к аппарату базы разъема линии связи.

В состав аппаратуры входят: аппарат базы, аппарат отделения, подключающее устройство, подключающее устройство с микро телефоном, преобразователь температуры и преобразователь температуры выносной.

Корпус аппарата отделения (рис.6) выполнен из лицевой панели 3, закрытой снизу дном 7. Ко дну прикреплен шнур 4, заканчивающийся вилкой 8. Сверху на дне располагается розетка 5, а сбоку - протектор 2, закрывающий кнопку, и ремень 1. На лицевой панели расположен светоизлучающий диод 2.

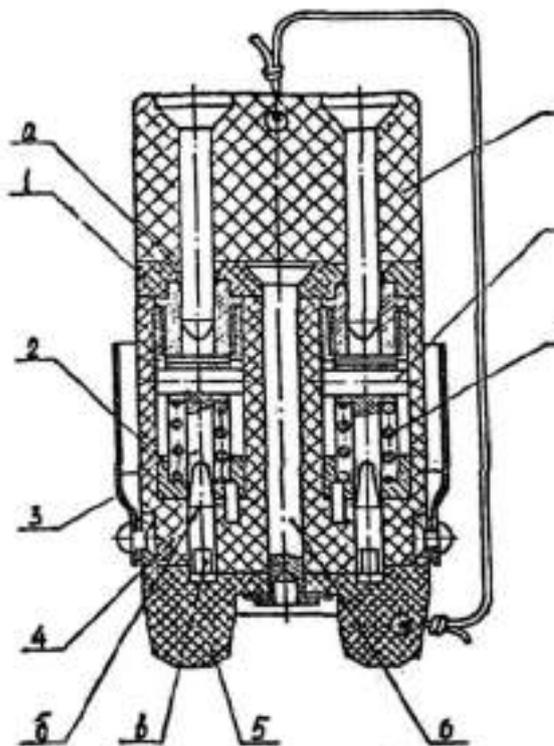


Рис.8

Аппарат базы (рис.7) выполнен в виде прямоугольного полого корпуса 5, закрытого спереди лицевой панелью 4. На лицевой панели расположены жидкокристаллические цифровые индикаторы для отсчета текущего времени 1 и контролируемой температуры 2. Там же расположены кнопки: 8- ПЕРЕДАЧА; 7- ИЗМЕР.; 9- СБРОС ВР.; отверстия 10, за которыми находится головка громкоговорителя. Прежде чем нажать на кнопку СБРОС ВР., необходимо

крышку, закрывающую кнопку нажать и повернуть по часовой стрелке на 90°, а затем уже нажать для обнуления показания индикатора текущего времени 2. В нижней части корпуса расположен отсек для источника питания, закрытый крышкой 11. На боковой стенке корпуса находится розетка 6.

Аппарат переносится на ремне 3.

Подключающее устройство (рис.8) выполнено в виде двухполюсной розетки и состоит из корпуса 4 с двумя гнездами 2. Корпус с одной стороны закрыт крышкой 1 с двумя отверстиями для включения вилки, с другой стороны - задвижкой 5. Корпус, крышка и задвижка собраны в одно целое заклепкой 6, причем крышка с корпусом скреплены неподвижно, а задвижка может поворачиваться вокруг заклепки. При повороте задвижки на 90° относительно корпуса открываются прорезы "В" в нижней части корпуса. В эти прорезы укладывают подключаемый провод и закрывают задвижку, которая фиксируется в закрытом состоянии. Двухполюсная вилка, включаемая в подключающее устройство, своими штырями толкает контакты 3 в гнездах 2 так, что режущие части "Б" контактов входят в прорезы

"В", где прорезают изоляцию провода и вступают в гальванический контакт с его токоведущей жилой.

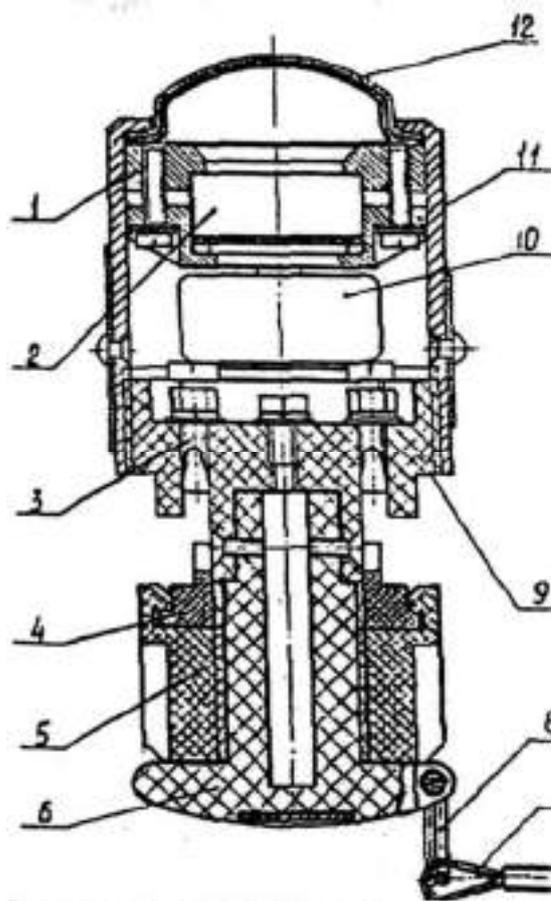


Рис.9

В подключающем устройстве с микро телефоном (рис.9) также реализован принцип подключения к проводу линии связи в любой точке его длины без пайки и зачистки изоляции путем прорезания изоляции. Устройство имеет микро телефон 2, подсоединяемый к линии связи через контакты 3, и используется таким же образом, как и аппарат отделения.

Следует помнить, что подключающие устройства УП и УПМ рассчитаны на подключение к проводам, имеющим многопроволочные токоведущие жилы, и могут применяться с проводами типа ГСП, ПСРВ, ПСРП и др. сечением 0,35-0,5 квадратных миллиметров. Преобразователь температуры (рис.10) собран на основе двухполюсной вилки 1. Его чувствительный элемент представляет собой кремниевый диод 3, впаянный в

металлическую трубку 2. Аналогичный чувствительный элемент положен в основу конструкции выносного преобразователя температуры (рис.11). В нем металлическая трубка 2 с чувствительным элементом заключена в предохранительную решетку 1. Чувствительный элемент подсоединен к удлинительному проводу 3, намотанному на каркас 5 и оканчивающемуся двухполюсной вилкой 4.

Таймер, входящий в состав аппарата базы, позволяет производить отсчет времени нахождения отделения ВГСЧ в аварийной обстановке. Отсчет времени начинается после нажатия кнопки СБРОС ВР.

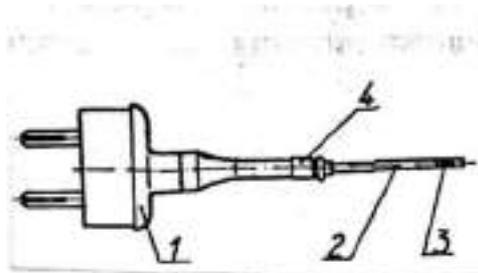


Рис.10

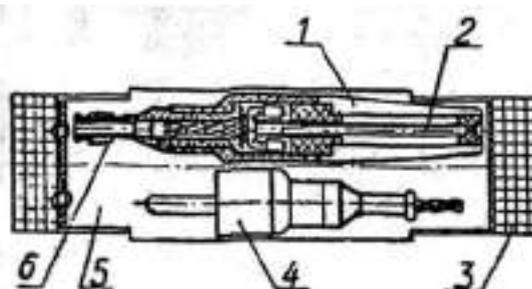


Рис.11

Подготовка к работе и порядок работы аппаратуры "Уголек-Т"

Подготовка к работе и работа на аппаратуре производится в следующем порядке.

Извлечь АБ из футляра, подвесить на крепи выработки так, чтобы было удобно им пользоваться во время работы.

Взять катушку связи и ее двухполюсную вилку включить в розетку АБ.

Взять преобразователь температуры ПТ и его двухполюсную вилку включить в розетку АО с учетом полярности напряжения.

Взять АО, катушку связи, а при необходимости и преобразователь ПТВ, и отойти на 20 метров от АБ.

Включить двухполюсную вилку АО в розетку катушки связи. Проверить уровень напряжения источника питания АБ по наличию знака "Е" на цифровом индикаторе таймера. Прерывистый сигнал знака "Е" в режиме приема речевой информации от АО указывает на то, что напряжение питания ниже нормы и требуется замена источника питания.

Проверить действие двусторонней связи (речевой и тонсигналом). Наличие нормальной двусторонней речевой связи и односторонней (со стороны отделения) кодовой сигнализации свидетельствует об исправном состоянии аппаратуры.

Путем кратковременного нажатия кнопки ИЗМЕР. произвести измерение температуры окружающего воздуха в месте размещения АО. При необходимости произвести измерение температуры с помощью преобразователя ПТВ, подключив последний вместо ПТ.

При исправной измерительной цепи через 3-4 секунды после нажатия кнопки на цифровом индикаторе АБ установится значение измеряемой температуры. Через каждые 5 минут измерения должны повторяться автоматически со сбросом предыдущих показаний температуры.

Подвесить АБ и на расстоянии 0,5-1 м от него привязать провод к стойке крепи.

Закрепить АО на спецодежде, взять в руку катушку связи, а при необходимости и преобразователь ПТВ, и двигаться по заданному маршруту.

При измерениях температуры в различных труднодоступных местах (на расстоянии до 10 м от АО) подключить к АО преобразователь ПТВ и поместить последний в измеряемую среду.

Для увеличения расстояния между АО и ПТВ до 200 м необходимо использовать катушку связи с проводом ГСП 2х0,5.

Проверить работоспособность таймера по показаниям его индикатора. Убедиться в работоспособности кнопки СБРОС ВР.

Тактика применения проводных средств связи
Подготовка аппарата «Уголек» с катушкой КСГ к работе
По команде "Подготовить связь к работе":

- респираторщику N 1 подвесить аппарат базы на крепь выработки, так чтобы им было удобно пользоваться во время работы, включить в розетку АБ двухполюсную вилку катушки КСГ;
- включить тормоз катушки, взять аппарат отделения и катушку связи, разматывая провод, отойти от АБ на расстояние 10-15 м;
- включить двухполюсную вилку АО в розетку катушки и совместно с респираторщиком N 3, находящимся у АБ, проверить работоспособность связи сначала голосом, а затем тон-сигналом. Если при этом самопроизвольно появится звук в виде свиста, отнести катушку от АО еще на 10-15 м и повторно проверить состояние связи.

Наличие нормальной речевой и тонсигнальной связи свидетельствует о ее исправном состоянии.

Респираторщику N 1 с катушкой КСГ вернуться в исходное положение.

Нормативное время -180 сек.

Прокладка линии связи с катушкой КСГ для аппарата "Уголек"

По команде "Проложить связь":

- респираторщику N 3 у места подвески АБ на расстоянии 0,5-1,0 м от него завязать провод катушки на крепи выработки;
- командиру отделения прикрепить (проверить) один комплект карт-кода к аппарату базы, другой - к катушке связи;
- респираторщику N 1 закрепить АО на спецодежде с помощью карабина, взять катушку КСГ;
- респираторщику N 2 взять вторую катушку.

По команде "Начать движение вперед":

- респираторщику N 3 при движении подвешивать провод, начиная от места установки АБ на высоте 1,5-2 м от почвы и по мере возможности через каждые 15-20 м привязывать его к стойкам крепи;
- респираторщику N 1 после разматывания до конца провода первой катушки выдернуть вилку АО из розетки катушки, закрепить катушку в защищенном месте;
- респираторщику N 3 включить тормоз второй катушки, отмотать от нее 3-4 м провода, закрепить его за ручку первой катушки, вставить вилку второй катушки в розетку первой катушки;
- респираторщику N 1 включить вилку АО в розетку второй катушки, проверить действие двухсторонней связи с подземной базой, взять вторую катушку и продолжать прокладку проводной линии связи.

После размотки второй катушки и при необходимости дальнейшей прокладки линии связи использовать третью и т.д.

По команде "Снять линию связи":

респираторщику N 1 отключить тормоз катушки КСГ, повернуть рукоятку привода барабана катушки в рабочее положение, надеть ремень катушки на левое плечо; сматывать провод, вращая правой рукой рукоятку катушки и придерживая левой рукой корпус катушки; следить за равномерной и плотной укладкой провода на барабана катушки.

Проверка аппаратуры "Уголек-Т"

Проверка аппаратуры "Уголек-Т" производится в те же сроки и объемы, что и аппаратуры "Уголек" и дополнительно один раз в два года производится проверка функции измерения температуры в специализированной мастерской.

При месячной проверке производится профилактический осмотр аппаратуры, проверка ее работоспособности, как и при подготовке к применению, а также проверка пригодности источника питания батареи 5РЦ-83.

Проверка пригодности источника питания производится путем измерения тока короткого замыкания. Батарея 5РЦ-83 считается пригодной, если в течение 2-3 с обеспечивает ток короткого замыкания не менее 0,9 А.

Беспроводная связь

Аппаратура подземной высокочастотной связи "Кварц"

Аппаратура "Кварц" предназначена для двусторонней телефонной (разговорной) связи и кодовой сигнализации тональными сигналами отделения ВГСЧ с подземной базой с использованием в качестве направляющих изолированных металлических проводников.

Аппаратура применяется также для связи командного пункта, расположенного на поверхности шахты, с подземной базой и отделением ВГСЧ.

Аппаратура может быть использована для внутришахтной связи и связи абонентов, находящихся на поверхности и в клети или в другом движущемся транспорте.

Комплект аппаратуры размещается в легком футляре из алюминиевого сплава и состоит из двух аппаратов связи, подсоединительного шлейфа и высокочастотной перемычки.

Техническая характеристика аппаратуры "Кварц"

Номинальная частота, кГц.....	266
Пиковая мощность передатчика, Вт.....	0,7
Выходная мощность приемника, Вт.....	0,2
Напряжение источника питания, В.....	12,5
Источник питания.....	10РЦ73
Дальность связи по изолированным металлическим направляющим, км.....	8
Время непрерывной работы без смены питания, час.....	50
Исполнение.....	РО;Иа

Габариты; мм	
аппарата.....	75x120x182
антенны.....	54x142x250
Масса аппарата с антенной и источником питания, кг.....	1,7

Конструкция аппаратуры "Кварц"

Аппарат связи состоит из блока приемопередатчика (рис.12), расположенного в пылебрызгозащищенном корпусе, и рамочной антенны, соединенных между собой шнуром в полихлоридной оболочке. Корпус, крышка и оболочка антенны выполнены из ударопрочного полистирола. Крышка крепится к корпусу шестью винтами. Головка громкоговорителя аппарата связи защищена от механических повреждений и проникновения влаги спе-

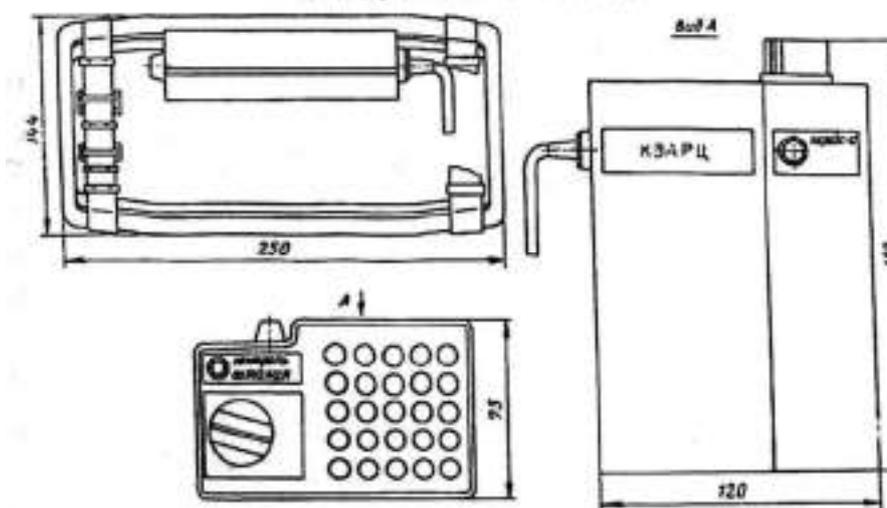


Рис.12

циальным защитным устройством, состоящим из металлической сетки, полиамидной пленки и резиновых прокладок.

На передней части корпуса расположена кнопка перехода с приема на передачу "Передача". Переключатель режима работы "ТЛГ-О-П-ТЛФ" (телеграф-отключено-помеха-телефон), индикатор контроля источника питания "Контр. питан." и головка громкоговорителя расположены на крышке.

Рамочная антенна аппарата имеет жесткую конструкцию, выполненную в форме полуцилиндра. На ручке антенны имеется кнопка перехода с приема на передачу, дублирующая кнопку на корпусе аппарата.

Аппаратура «Кварц» выполнена на полупроводниках и интегральных микросхемах с применением печатного монтажа.

Подсоединительный шлейф подключает аппарат на командном пункте к телефонной линии, служащей в качестве направляющей. Он выполнен проводом НВ-0,75 и имеет два витка. Выведенные концы подсоединительного шлейфа имеют зажимы типа "Крокодил".

Высокочастотная перемычка служит для соединения через шахтный

коммутатор телефонных линий (не более трех) аварийного участка, по которым должна осуществляться ВЧ связь с телефонной линией, в которую включен подсоединительный шлейф на командном пункте. Высокочастотная перемычка не исключает возможность двусторонней телефонной связи лиц, находящихся на командном пункте, с любым абонентом.

Аппаратура "Кварц" работает с использованием металлических проводников (телефонных и силовых кабелей, канатов, рельсов, трубопроводов).

Перед применением поочередно на каждом аппарате переключатель ставится в положение "ТЛГ", нажимается на 3-5 секунд одна из кнопок на антенне или аппарате. Если индикатор загорелся и не гаснет, то источник питания работоспособен.

Затем аппараты разносятся на 20-25 метров, переключатели устанавливаются в положение "П", нажимается одна из кнопок аппарата и проверяется двусторонняя речевая связь. После этого переключатель ставится в положение "ТЛГ" и проверяется кодовая сигнализация. После проверки переключатель режима работы ставится в положение "О" - отключено.

Тактика применения аппаратуры "Кварц"

Подготовка аппаратуры к работе

По команде "Подготовить связь к работе":

- командиру отделения и респираторщику № 1 взять по одному переносному аппарату связи, поочередно на каждом приемопередатчике установить переключатель рода работ в положение ТЛГ и нажать одну из кнопок (на приемо-передатчике или на антенне); если индикатор на приемо-передатчике загорелся и не гаснет, то источник питания пригоден к использованию, отойти с аппаратом друг от друга на расстояние 20-25 м;
- установить переключатель рода работ в положение ТЛФ, нажимая кнопку на антенне или приемо-передатчике, проверить наличие двухсторонней связи голосом, установить переключатель рода работ в "П" и, нажимая на одну из указанных кнопок, вновь
- проверить наличие двухсторонней связи голосом; установить переключатель рода работ в положение ТЛГ и с помощью одной из кнопок проверить наличие двухсторонней кодовой сигнализации; установить переключатель рода работ в положение "О".

Нормативное время- 80 сек.

Прокладка направляющей линии связи

По команде "Проложить связь":

- Респираторщику № 3 отмотать от катушки связи 10-15 м провода и закрепить его на стенке выработки с таким расчетом, чтобы остался свободный конец не менее 10 м;

- респираторщикам N 1 и 4 надежно заземлить свободный конец провода, прижав его зачищенный конец к какому-либо заземленному металлическому предмету или туго обвить зачищенную часть экрана силового кабеля, или же забив заземляющий штырь аппаратуры связи "Кварц" в почву выработки; на расстоянии 2 метров от заземления смотать провод в бухту (3-4 витка) диаметром 20-30 см, связать провод в бухте не менее как в двух местах тесьмой или шпагатом (не электропроводным материалом), и наложить на эту бухту антенну аппарата, остающегося на базе; подвесить аппарат к крепи выработки так, чтобы им было удобно пользоваться; установить переключатель рода работ в положение ТЛФ.

- Респираторщику N 4 пропустить ремень второго аппарата связи под шланги респиратора, надеть его ремень на шею так, чтобы он оказался под шлангом, перебросить антенный шнур через шею и закрепить антенну на предплечье правой (левой) руки.

Нормативное время-18 сек.

По команде "Начать движение":

- респираторщику N 1 взять катушку в удобное для переноски положение и производить прокладку линии;

- респираторщику N 3 подвешивать провод к стойкам выработки на высоте 1,5-2 м через каждые 15-20 м;

- респираторщику N 4 поддерживать связь с подземной базой; при наличии высокого уровня помех, влияющих на разборчивость речевой информации, перевести переключатель рода работ в положение "П" и продолжать поддерживать связь;

- при значительном удалении от базы и значительном ослаблении сигнала отстегнуть антенну с предплечья и удерживать ее параллельно прокладываемой линии на расстоянии, обеспечивающем надежную двухстороннюю связь;

- на месте выполнения работ привязать антенну длинной стороной параллельно проводу на расстоянии не ближе 5 метров от катушки связи. Если при этом связь будет неудовлетворительной, то необходимо провод смотать в бухту (3-4 витка) диаметром 20-30 см и положить на нее антенну.

Как в первом, так и во втором случае связь будет более устойчивой, если конец провода катушки надежно заземлить.

Проверка аппаратуры "Кварц"

Один раз в месяц и после применения осуществляется внешний осмотр аппаратуры, проверяется ее комплектность и источник питания.

Проверка работоспособности аппаратуры производится один раз в месяц и перед применением, как указывалось выше.

Для проверки источника питания он вынимается из аппарата. Секция 10РЦ-73 напряжением 12,5 В и емкостью 1,0 А.ч считается пригодной к использованию, если ее ток короткого замыкания составляет не менее 0,9-1,0

А. Секция с током к.з. ниже 0,7 А подлежит замене.

Катушки проводной связи

Катушка связи горноспасательная КСГ

Катушка КСГ предназначена для прокладки и снятия проводной линии при организации связи с помощью аппаратуры связи типа "Уголек" при выполнении горноспасательных работ в шахтах, опасных по газу и пыли.

В катушке предусматривается применение провода ГСП 2х0,35 со скрученными или параллельно уложенным жилами.

Техническая характеристика КСГ

Длина вмещающего провода, км.....0,8

Усилие разматывания провода, кг.....2-5

Габаритные размеры, мм.....400х340х180

Масса катушки без провода, кг.....4

Масса катушки с проводом, кг.....11

Устройство КСГ

Катушка КСГ (рис.13) состоит из станка 1 с рукояткой 3, привода барабана и плечевым ремнем 10, вращающегося барабана 2 с проводом, токосъемника 8 (переходное устройство: скользящий контакт-розетка), двухполюсной вилки 9 для подключения аппаратуры связи и для соединения катушек между собой, направляющей провода 13 и тормоза барабана 16.

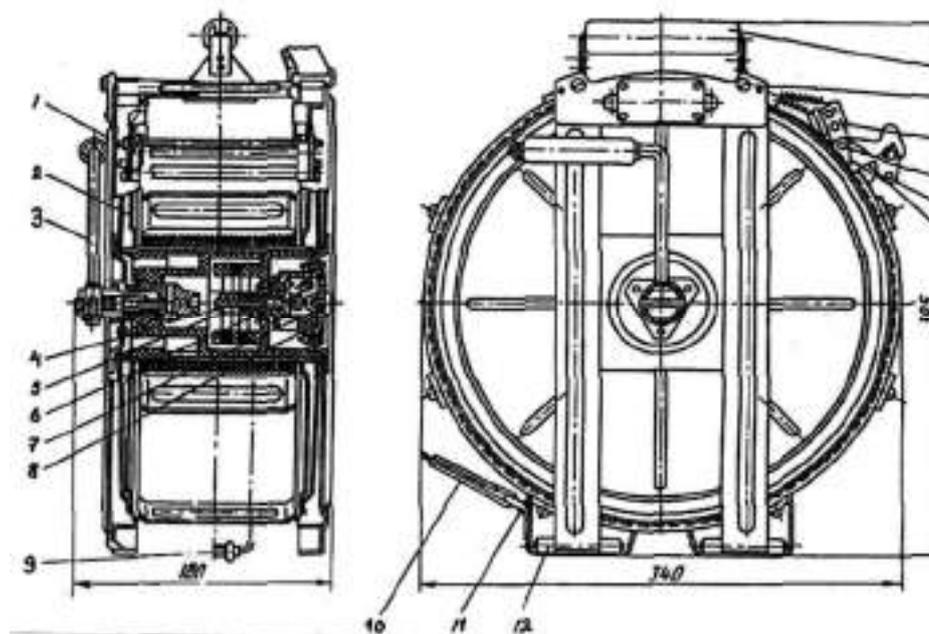


Рис.13

Станок представляет собой легкую решетчатую сварную конструкцию. К левой стенке станка крепится токосъемник, образующий одновременно левую опору барабана.

Правая стенка с механизмом привода барабана откидная, что позволяет легко вставлять и извлекать барабан с проводом из станка.

Откидная стенка установлена на шарнирах 12, а сверху крепится к корпусу двумя винтами 17.

На ободе станка имеются шарниры 11 с петлями, к которым крепится плечевой ремень, а также стойки 14 для закрепления оси 15 направляющей провода и тормоза барабана.

В верхней части станка имеется ручка 18 для переноски катушки.

В токосъемник встроены два скользящих контакта 4 и 6, изолированных друг от друга с помощью капроновых втулок 5, и двухполюсная розетка 7, служащая для подключения аппарата отделения или другой катушки.

Проверка катушки КСГ

Один раз в месяц и после каждого применения катушка подвергается осмотру, технической проверке, протирке, смазке трущихся частей, промывке контактной группы, а также проверке работоспособности, как и при подготовке всех проводных средств связи к применению.

Техническая проверка недоступных для осмотра частей и узлов катушки производится при неполной разборке, которая производится в следующем порядке: вывернуть винты, отвести правую откидную стенку, на которой крепится приводной механизм барабана, и осторожно вытащить из стакана барабан.

Полная разборка катушки производится в специальных мастерских.

Промывка контактной группы (токосъемника, контактных пластин контактодержателя, двухполюсной розетки) производится авиационным бензином или спиртом. Смазка поверхностей трения, за исключением токосъемной контактной группы, должна производиться смазкой "Литол-24".

Универсальная катушка связи УКС-1

Катушка УКС-1 предназначена для прокладки двухпроводной линии связи с подземной базы к месту ведения горноспасательных работ и однопроводной линии связи для применения высокочастотной аппаратуры в выработках, где нет шахтных изолированных металлических проводников.

Катушка позволяет осуществлять связь, как в процессе прокладки линии, так и при сматывании линейного провода на катушку.

Техническая характеристика УКС-1

Тип применяемого провода.....	ПСПр 2х0,5
Длина вмещающегося провода, км	
двойного.....	0,6
одинарного.....	1,5
Габаритные размеры, мм.....	398х340х185
Масса катушки, кг	
без провода.....	4

с одинарным проводом.....	14,5
с двойным проводом.....	12,4

Устройство УКС-1

Катушка УКС-1 состоит (рис.14) из корпуса 1 и вращающегося барабана 2 с приводом.

Корпус представляет собой легкую решетчатую сварную конструкцию. К правой стороне корпуса приварена траверса с приводным механизмом 3. В верхней части корпуса имеется ручка 4 для переноски катушки. В левой части ступицы находится контактное устройство и микрофон. Барабан с проводом можно извлекать из корпуса катушки. На ободе корпуса имеются шарниры с петлями, к которым крепится ремень 5 для переноски катушки.

Проверка катушки УКС-1

После каждого случая применения катушка разбирается, очищается от грязи, смазки и подвергается проверке.



Рис.14

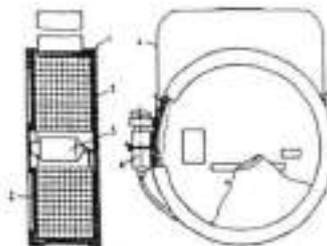


Рис.15

Осмотру подлежат следующие составные части и детали:

- контактное устройство и линейный провод, для чего проверяется состояние штепселя, контактных пластин и их крепление к контактодержателю;
- состояние изоляции и качество крепления проводов.

Места контактов очищаются от окиси наждачной шкуркой.

В корпусе и барабане проверяется целостность сварных швов, состояние окраски, отсутствие деформаций, состояние плечевого ремня и крепления его к корпусу, состояние шарнира и замков траверсы, состояние подшипников и цапф.

В механизме привода проверяется состояние корпуса и валика, кулачка квадратной втулки и пружин.

После сборки и регулировки проверяется работа электрической части катушки, для чего катушку штепселем соединяют с шахтофоном или

другим аппаратом связи, разматывают некоторое количество линейного провода и проверяют наличие двухсторонней связи. Один раз в квартал производится проверка катушки внешним осмотром, проверяется работоспособность электрической части и работоспособность механизма привода как указывалось выше.

Бескаркасная катушка связи КСБ-2

Катушка КСБ-2 предназначена для прокладки временных линий к аппаратуре подземной проводной горноспасательной связи "Шахтофон" и "Уголек" двухжильным проводом ПДГС 2х0,4 в шахтах, опасных по газу и пыли.

КСБ-2 выпускаются в двух модификациях: КСБ2-Ш применяется в комплекте "Шахтофон" и КСБ2-У применяется для аппаратуры "Уголек".

Катушка КСБ-2 предназначена для одноразового применения.

Техническая характеристика КСБ2-У

Емкость барабана с проводом, м.....500

Габаритные размеры, мм.....73х208х235

Масса, кг.....2,9

Устройство КСБ2-Ш

Катушка КСБ2-Ш (рис.15) выполнена в виде плоского цилиндрического футляра 1 с бабиной провода. Футляр представляет собой картонную обойму, закрытую крышкой 2 и дном 3. Крышка и дно крепятся к обойме ребордами. К обойме крепится лента 4 для переноски катушки. Витки бабины провода ПДГС 2х0,4 "склеены" связывающим веществом. Соединение катушек осуществляется соединителями 5 и 6, припаянными к концам провода. Для предотвращения фрикционного искрения на соединители надеты резиновые протекторы (трубки).

Штепсель является подключающим устройством к аппарату базы "Шахтофона" и состоит из розетки, соединенной втулкой с телефонным штепселем, и накидной гайки. Для подключения к аппарату отделения служит гнездо, которое представляет собой цилиндрический корпус, закрываемый со стороны телефонного гнезда заглушкой. Для включения аппарата отделения в любой точке линии связи, проложенной проводом ПДГС 2х0,4, служит ножевой соединитель.

Катушка КСБ2-У конструктивно выполнена аналогично катушке КСБ2-Ш за исключением устройства подключения провода к аппаратам базы и отделения и между катушками.

Для подготовки связи с катушкой КСБ-2 необходимо:

- переходник вставить в гнездо аппарата базы;
- соединить розетку аппарата отделения с вилкой на наружном проводе катушки;
- соединить вилку переходника с розеткой катушки, расположенной в

осевом отверстии катушки. Если при этом в аппарате базы возникнет свист, катушку вместе с аппаратом отделения отнести на 20-25 м от аппарата базы. Свист должен прекратиться.

Проверить наличие речевой и кодовой связи.

Тактики применения катушек аналогичны и описаны выше.

Контрольные вопросы.

1. Какие аппараты проводной связи есть на вооружении ВГСЧ.
2. Какие аппараты беспроводной связи есть на вооружении ВГСЧ.
3. Принцип действия аппарата «Уголек».
4. Принцип действия аппарата «Кварц».
5. Какие катушки есть на вооружении ВГСЧ.

Практическая часть.

Ознакомится с аппаратами связи и катушками.

Практическая работа № 7.

Определение склонности угля к самовозгоранию

Цель работы:

- 1) изучить методику определения инкубационного периода самовозгорания угля;
- 2) определить склонность угля к самовозгоранию.

1. Общие положения

Самовозгорание угля – воспламенение угля в результате непрерывно развивающихся окислительных реакций в самом веществе. В результате окисления угля вначале происходит повышение температуры (самонагревание). Если температура достигает критического значения, то самонагревание переходит в самовозгорание угля.

Стадия самонагревания – ранняя стадия эндогенного пожара, которая характеризуется малой скоростью протекания реакции окисления угля и медленным нарастанием его температуры от естественной до критической, равной для каменных углей 90-130 °С.

Эндогенный пожар – пожар от самовозгорания угля, обнаруживаемый визуально по огню и дыму или по результатам температурного и газового контроля.

Основным признаком эндогенного пожара является наличие окиси углерода в концентрации 0,01 % и выше в трех пробах воздуха, отобранных последовательно через каждые 6 часов в одной из точек контроля (в том числе в выработанном пространстве). Дополнительными признаками эндогенного пожара являются: повышение температуры угля, воды и воздуха, увеличение влагосодержания в рудничной атмосфере, совместное присутствие водорода, радона и непредельных (этилен, ацетилен) углеводородов выше фоновых значений в шахте и приповерхностном слое земли.

Наиболее часто самовозгорание угля возникает в угольных шахтах. Часто самонагревание и самовозгорание угля наблюдается на складах при длительном хранении угля.

Повышают опасность самовозгорания угля при выемке: сближенность пластов, если ими образуется общая зона обрушения; наличие в кровле пласта нерабочих пластов угля или углистых пород; неустойчивость угольного пласта и вмещающих пород; слабая уплотняемость обрушенных пород; малая глубина от поверхности; пониженная метаноносность и т.д. По фактору самовозгорания угля наиболее опасны слоевые, камерные и щитовые системы разработки углей.

Газоносность – количество (объем) газа (метана), содержащегося в массовой или объемной единице полезного ископаемого и горной породы в свободном и связанном состоянии M^3/T , M^3/M^3 .

Инкубационный период самовозгорания угля – время нарастания температуры от естественной до критической.

Квартование – способ отбора проб угля, при котором отбитый уголь измельчается на куски размером 40-60 мм, затем проба перемещается два раза на конус и сплющивается путем надавливая металлической плитой сверху. Полученный слой угля разделяется на четыре равных сектора и из противоположных секторов отбирается по одинаковой порции угля до необходимой массы пробы.

Относительная влажность воздуха – отношение парциального давления паров воды в газе (в первую очередь, в воздухе) к равновесному давлению насыщенных паров при данной температуре.

Скорость дезактивации угля – скорость изменения способности угля сорбировать кислород воздуха с течением времени.

Химическая активность угля (константа скорости сорбции кислорода воздуха углем) – способность угля сорбировать молекулы кислорода

воздуха с выделением тепла, характеризуется объемом сорбированного кислорода единицей массы угля в единицу времени.

2. Предупреждение подземных пожаров от самовозгорания угля

В соответствии с «Правилами безопасности в угольных шахтах» противопожарная защита шахты должна быть спроектирована и выполнена таким образом, чтобы предотвратить возможность пожара, а в случае его возникновения обеспечить эффективную локализацию и тушение пожара в его начальной стадии.

В проектах шахт, в документации по ведению горных работ и в эксплуатационной документации угледобывающей организации на технические устройства, применяемые на шахтах, необходимо предусматривать следующие меры по предотвращению пожаров, по нейтрализации воздействия на персонал опасных факторов пожара:

- применение схем и способов проветривания, обеспечивающих предотвращение образования взрывопожароопасной среды, управление вентиляционными струями в аварийной обстановке и безопасность выхода людей из шахты или на свежую струю воздуха;

- применение безопасных в пожарном отношении способов вскрытия и подготовки шахтных полей, систем разработки пластов угля, склонного к самовозгоранию, обеспечение своевременной надежной изоляции выемочных участков (лав) после их отработки и возможность быстрой локализации и активного тушения пожаров;

- разработка мер по предупреждению пожаров от самовозгорания угля;

- применение способов и средств снижения химической активности угля, снижения воздухопроницаемости выработанного пространства, повышения герметичности изолирующих сооружений и контроля признаков пожаров при отработке пластов угля, склонного к самовозгоранию;

- применение безопасных в пожарном отношении технических устройств и схем энергоснабжения;
- применение негорючих и трудногорючих веществ и материалов;
- применение автоматических средств обнаружения начальных стадий подземных пожаров, установок пожаротушения и блокировок, не допускающих работу технических устройств при снижении параметров пожарного водоснабжения ниже проектного;
- применение централизованного контроля и управления пожарным водоснабжением.

Применяемое противопожарное оборудование и его размещение в горных выработках шахты должно быть определено проектной документацией – проектом противопожарной защиты. Проект разрабатывают в соответствии с планом развития горных работ на срок не более трех лет.

Порядок, способы и сроки реализации профилактических мер по предупреждению подземных эндогенных пожаров при разработке пластов угля, склонных к самовозгоранию, должны быть определены техническим проектом и (или) проектной документацией.

Угледобывающие организации не реже одного раза в три года определяют склонность отрабатываемых пластов к самовозгоранию.

Склонность впервые отрабатываемых пластов к самовозгоранию, планируемых к отработке в соответствии с техническими проектами до начала их отработки, определяют по результатам геологоразведочных работ.

Перечень пластов, склонных к самовозгоранию, ежегодно утверждает технический руководитель (главный инженер) шахты. Перечень пластов, склонных к самовозгоранию, после его утверждения направляют в подразделение ВГСЧ, обслуживающую угледобывающую организацию, и в территориальный орган Ростехнадзора.

Вскрытие и подготовку пластов угля, склонных к самовозгоранию, осуществляют горными выработками, пройденными по породам.

Вскрывающие горные выработки в местах пересечения пластов угля, склонного к самовозгоранию, и на расстоянии 5 м в обе стороны от этого пересечения обрабатывают герметизирующим инертным материалом, исключая проникновение воздуха к угольному массиву.

Отработку пластов угля, склонных к самовозгоранию, осуществляют с оставлением целиков угля, размеры которых обеспечивают безопасную отработку смежных выемочных участков. Места и размеры целиков угля должны быть определены техническим проектом и (или) проектной документацией.

При этажной схеме подготовки мощных пластов между откаточным штреком верхнего горизонта и вентиляционным штреком нижнего горизонта оставляют целики угля или возводят воздухонепроницаемые изолирующие полосы из негорючих твердеющих материалов.

Отработку крутых и крутонаклонных пластов угля, склонного к самовозгоранию, ведут отдельными выемочными блоками с оставлением между ними противопожарных целиков, прорезаемых только на уровне откаточного и вентиляционного горизонтов. Размер целика по простиранию равен мощности пласта, но не менее 6 м.

При отработке пластов угля, склонных к самовозгоранию, запрещается оставлять в выработанном пространстве целики и пачки угля, не предусмотренные проектом, отбитый и измельченный уголь.

При оставлении в выработанном пространстве целиков или пачек угля выполняют меры по предупреждению самовозгорания угля.

Отработанные участки изолируют в сроки, определенные техническим проектом и (или) проектной документацией.

Конструкцию изолирующих сооружений, периодичность проведения визуального осмотра и инструментально контроля герметичности изолиру-

ющих сооружений, замеров параметров рудничной атмосферы у (за) изолирующего сооружения определяет технический руководитель (главный инженер) шахты.

Технический руководитель (главный инженер) шахты организует выявление провалов земной поверхности, образовавшихся при ведении горных работ, периодический контроль их состояния и выполнение мер по их ликвидации.

3. Порядок выполнения работ по определению инкубационного периода самовозгорания угля

3.1. Отбор проб угля из горных выработок шахт и на разрезах

Места отбора проб для определения инкубационного периода самовозгорания угля определяются техническим руководителем (главным инженером) шахты (разреза).

Пробы отбираются на каждом крыле шахтного поля на всех отрабатываемых пластах. Пробы отбираются в забое проводимой подготовительной выработки и/или в действующем очистном забое. В каждой подготовительной выработке и/или в очистном забое пробы отбираются не менее чем в двух местах, расположенных на расстоянии 30-50 м друг от друга. При отсутствии по пласту угля проводимых подготовительных выработок и/или действующих очистных забоев пробы отбираются в действующих горных выработках.

На угольных разрезах пробы отбираются на всех отрабатываемых пластах.

На каждом отрабатываемом пласте пробы отбираются в одном месте не более чем через 24 часа после обнажения угольного пласта в месте отбора пробы.

На угольных пластах, имеющих сложное строение, пробы отбираются из всех угольных пачек, угольных прослойков и пропластков углистого сланца. Пробы отбираются из угольных пластов, угольных прослойков и

пропластков углистого сланца, залегающих в кровле разрабатываемого пласта в зоне обрушения пород, при неустойчивых вмещающих породах – в почве пласта.

Для отбора проб по всей мощности угольного пласта перпендикулярно напластованию горных пород выбирается штроба. В забое проводимой подготовительной выработки и/или в действующем очистном забое штроба выбирается шириной не менее 0,5 м и глубиной не менее 0,2 м. В действующих горных выработках штроба выбирается в борту выработки шириной не менее 0,5 м и глубиной не менее 1,0 м.

Пробы отбираются в местах, удаленных не менее чем на 20 м от участков угольного пласта, на котором было проведено нагнетание воды в пласт, от дегазационных и разведочных скважин, от зон тектонических нарушений.

Пробы отбираются способом квартования. Пробы помещаются в герметичные емкости или в пакеты (мешки) из воздухонепроницаемых материалов. При использовании полиэтиленовых пакетов (мешков) каждая проба упаковывается в двойной пакет. Каждый полиэтиленовый пакет (мешок) герметизируется. Перед герметизацией пакета (мешка) воздух из него удаляется. Пробы отбираются массой не менее 4 кг, размер кусков угля в пробе 30-50 мм.

В мешок с пробой вкладывается лист бумаги с информацией о дате и времени отбора пробы, месте отбора, угольной пачке (угольном прослойке или пропластке углистого сланца), из которой эта проба была отобрана.

Отбор проб оформляется актом отбора проб углей для определения инкубационного периода самовозгорания угля в соответствии с образцом, приведенным в приложении 2.

3.2. Отбор проб при колонковом бурении скважин

Для проб используется керн, отобранный из скважин при их колонко-

вом бурении. Пробы отбираются из керна выходом не менее 80 %. Скважины, из которых отбирается керн, располагаются таким образом, чтобы расстояние между ними было не более 1000 м по простиранию и/или по падению пласта, и на 1 км² было не менее двух скважин.

Пробы из керна отбираются в угольных прослойках и пропластках углистого сланца мощностью более 0,2 м, расположенных в кровле пласта на расстоянии его трехкратной мощности. На пластах крутого залегания дополнительно отбираются пробы в угольных прослойках и пропластках углистого сланца мощностью более 0,2 м, залегающих в лежащем боку (почве) на расстоянии не более одной мощности пласта.

Пробы из керна отбираются способом квартования. Пробы помещаются в герметичные емкости или в пакеты (мешки) из воздухонепроницаемых материалов. При использовании полиэтиленовых пакетов (мешков) каждая проба упаковывается в двойной пакет. Каждый полиэтиленовый пакет (мешок) герметизируется. Перед герметизацией пакета (мешка) воздух из него удаляется. Пробы отбираются массой не менее 4 кг, размер кусков угля в пробе 30-50 мм.

В мешок с пробой вкладывается лист бумаги с информацией о дате и времени отбора пробы, месте отбора, угольной пачке (угольном прослойке или пропластке углистого сланца), из которой эта проба была отобрана.

Отбор проб оформляется актом отбора керновых проб углей для определения инкубационного периода самовозгорания угля в соответствии с образцом, приведенным в приложении 3.

4. Определение инкубационного периода самовозгорания угля

Для определения инкубационного периода самовозгорания угля техническим руководителем (главным инженером) шахты (разреза) организуется подготовка исходных данных в виде:

– проб угля и актов отбора проб углей для определения инкубационного периода самовозгорания угля;

- планов горных работ с нанесением на них мест отбора проб, мест возникновения эндогенных пожаров и тектонических нарушений;
- горно-геологической характеристики пласта в пределах шахтного поля с описанием условий его залегания;
- технического анализа угля или сертификата качества;
- справки о случаях самовозгорания угля с указанием места и даты возникновения пожара;
- справки о естественной температуре угля в районе ведения горных работ.

Инкубационный период самовозгорания угля определяется по результатам исследований свойств угля.

Определение инкубационного периода самовозгорания угля, $\tau_{инк}$, сут., расчетом проводится по следующей формуле:

$$\tau_{инк} = \frac{C_y (T_{кр} - T_0) + \frac{0,6 \cdot \lambda \cdot W_0}{100} + q_d \cdot X_0}{24 \cdot \alpha \cdot K^{0,45} \cdot C_{O_2} \cdot q_{O_2}}, \quad (1)$$

где C_y – кал/гК теплоемкость угля, Дж/(кг·°C); $T_{кр}$ – критическая температура самовозгорания угля, °C; T_0 – начальная температура скопления угля, °C; λ – изменение температуры скопления угля за единицу времени, кал/г; W_0 – начальная влажность угля, %; q_d – удельная теплота десорбции метана, кал/мл; X_0 – природная метаноносность, мл/г; α – коэффициент усвоения кислорода воздуха; K – константа скорости сорбции кислорода углем, м³/(кг·с); C_{O_2} – концентрация кислорода на входе в угольное скопление, доли единицы; q_{O_2} – удельная теплота сорбции кислорода воздуха углем, кал/мл.

Константа скорости сорбции кислорода углем определяется в следующем порядке:

- в сорбционные сосуды при температуре 18-20 °С загружается исследуемый уголь фракции 1-3 мм, массой от 50 до 120 г;
- в сорбционных сосудах замеряется начальная концентрация кислорода в воздухе над углем;
- сорбционные сосуды герметично закрываются и помещаются в термостат при температуре 10-20 °С;
- через сутки, три и пять суток в сорбционных сосудах замеряется конечная концентрация кислорода в воздухе над углем.

По результатам замеров определяется константа скорости сорбции кислорода углем:

$$K = -\frac{V}{m \cdot \tau} \cdot \ln \frac{(100 - C_0) \cdot C_k}{C_0 \cdot (100 - C_k)}, \quad (2)$$

где V – объем воздуха в реакционном сосуде, м³; m – масса навески угля, г; τ – время контакта воздуха с углем, сут.; C_0 – начальная концентрация кислорода в воздухе над углем, %; C_k – конечная концентрация кислорода в воздухе над углем, %.

$$W_0 = 100 \cdot \frac{(m_1 - m_2)}{m_0}, \quad (3)$$

где m_1 – масса навески пробы с бюксой после выдерживания в эксикаторе, г; m_2 – масса навески с бюксой после сушки, г; m_0 – масса навески угля, доведенного до равновесного состояния в эксикаторе, г.

Для определения начальной влажности угля используются две пробы угля фракцией 0,2 мм, которые помещаются в эксикаторы. В первом эксикаторе поддерживается 98 % относительная влажность воздуха над углем, во втором – 100 %.

В зависимости от инкубационного периода самовозгорания устанавливается склонность угля к самовозгоранию.

Уголь считается:

– *весьма склонным к самовозгоранию* при инкубационном периоде самовозгорания менее 50 суток включительно;

– *склонным к самовозгоранию* при инкубационном периоде от 50 и до 80 суток включительно;

– *не склонным к самовозгоранию* при инкубационном периоде более 80 суток.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Используя исходные данные (табл. 1) необходимо решить конкретную задачу по определению инкубационного периода самовозгорания угля и установить склонность угля к самовозгоранию. Масса навески угля, доведенного до равновесного состояния в эксикаторе равна 50 г. Объем воздуха в реакционном сосуде равен 450 м³. Начальная концентрация кислорода в воздухе над углем равна 20,95 %; теплоемкость угля – 0,3 кал/гК Дж/(кг·°С); критическая температура самовозгорания угля – 80 °С; начальная температура скопления угля – 12 °С; изменение температуры скопления угля за единицу времени – 540 кал/г; удельная теплота десорбции метана – 0,3 кал/мл; коэффициент усвоения кислорода воздуха 0,15; концентрация кислорода на входе в угольное скопление – 0,2 доли единицы; удельная теплота сорбции кислорода воздуха углем – 3,0 кал/мл; природная метаноносность – 28,8 мл/г; К – константа скорости сорбции кислорода углем, м³/(кг·с); время контакта воздуха с углем, – 1 сутки.

Таблица 1

№ варианта	Масса навески пробы с бюксой после выдерживания в эксикаторе, г	Масса навески с бюксой после сушки, г	Конечная концентрация кислорода в воздухе над углем, %
1	95	85	17,6
2	80	70	18,3
3	75	65	18,9
4	100	80	19,5
5	120	110	19,8
6	85	70	19,2
7	70	60	19,6

8	85	60	19,4
9	90	80	16,3
10	65	50	19,0
11	85	50	17,8
12	80	55	18,5
13	70	60	19,2
14	90	65	19,0
15	110	80	16,3
16	90	70	14,9
17	60	75	18,1
18	75	85	17,9
19	95	90	17,6
20	55	95	18,4
21	105	100	15,5
22	110	105	18,4
23	115	95	19,3
24	125	85	18,2
25	80	55	20,0

В ходе решения задачи определить:

1. Начальную влажность угля, W_0 (%) по формуле (3).
2. Константу скорости сорбции кислорода углем, K ($\text{м}^3/\text{г}\cdot\text{сут}$) по формуле (2).
3. Инкубационный период самовозгорания угля, $\tau_{\text{инк}}$ (сут) по формуле (1).
4. В зависимости от инкубационного периода самовозгорания установить склонность угля к самовозгоранию.

АКТ
отбора проб углей для определения инкубационного периода
самовозгорания угля

Угледобывающая организация _____ пласт _____ марка угля _____

Место отбора проб _____

Дата отбора _____

№ п/п	Строение пласта и боковых пород	Мощность, м	Номер пробы	Состав боковых пород и породных прослоев	Характеристика боковых пород и породных прослоев пласта
1.	Основная кровля				
2.	Непосредственная кровля				
3.	Угольный пласт: Уголь Породный прослой уголь				
4.	Почва пласта				

Подписи:

Технический руководитель
 (главный инженер) шахты (разреза)

Главный геолог

**АКТ
отбора керновых проб углей для определения
инкубационного периода самовозгорания угля**

Угледобывающая организация _____

Наименование участка _____

Пласт _____

Марка угля и данные его технического анализа _____

Дата отбора керна _____

Номер мешка (сосуда) с пробой	Наименование пробы	Мощность по нормали, м	Выход керна, м	Структурная колонка пласта
	Уголь (верхняя пачка) Углистый сланец (прослойка) Уголь (нижняя пачка)			

Подписи:

Технический руководитель
(главный инженер) шахты (разреза)

Главный геолог

Практическая работа № 8

Виды и системы позиционирования горнорабочих и транспорта

Цель работы: ознакомиться с системами позиционирования.

Виды систем позиционирования:

- система позиционирования горнорабочих и транспорта СПГТ-41;
- система BeckerLOC - определение местоположения персонала и транспорта;
- система «Радиус»;
- система ГРАНЧ (Granch SBGPS);
- система СУБР-1П.

1. Система позиционирования горнорабочих и транспорта СПГТ-41

Система позиционирования горнорабочих и транспорта СПГТ-41 предназначена для выполнения требований ФНИП 599 в части обеспечения наблюдения за положением персонала и внутришахтного транспорта, находящихся в подземных выработках, и предоставление информации о их местонахождении шахтным и аварийно-спасательным службам.

Система предназначена для применения в подземных выработках шахт и рудников, в том числе опасных по газу, пыли и внезапным выбросам.

Система может использоваться как резервный канал аварийного оповещения, применяемый совместно с комплексом СУБР-1П.

Система может интегрироваться с системами типа "Микон", другими автоматизированными системами оперативно-диспетчерского управления (АСОДУ) и системами табельного учета.

Выполняемые функции

- наблюдение за местонахождением и передвижением персонала в подземных выработках
- наблюдение за местонахождением и передвижением внутришахтного транспорта
- учет работы внутришахтного транспорта

- контроль наличия людей впереди движущегося транспортного средства

- организация табельного учета

Основные программно-технические средства

- радиоблоки (РБ), отдельные метки системы позиционирования (МСП) – маломощные приемопередатчики, встраиваемые в шахтные головные светильники горнорабочих, устанавливаемые на транспортные средства

- сервер - компьютер в промышленном исполнении, подключенный к локальной сети предприятия, осуществляет управление связью со считывателями, обработку получаемой от них информации и формирование базы данных о текущем местоположении и передвижении персонала и транспорта

- конвертеры интерфейсов (КИ) - общепромышленные устройства, обеспечивающие подключение локальных и/или удаленных считывателей к серверу через различные системы связи

- маршрутизатор – программируемый коммутатор сети Ethernet 10/100ТХ, предназначен для организации системы передачи данных между техническими средствами системы, расположенными на поверхности, а также их безопасного подключения к локальной сети предприятия

- барьеры искробезопасности (БИ) – повторители-барьеры искробезопасности ПБИ, обеспечивающие гальваническое разделение и искробезопасность линий передачи данных между конверторами интерфейсов и устройствами, находящимися в подземных выработках

- АРМ Диспетчера - компьютер в офисном исполнении, подключенный к локальной сети системы, программное обеспечение которого обеспечивает получение от сервера данных о местоположении персонала и транспорта, их визуализацию и поиск на планах горных выработок

- АРМ Ламповщика - комплекс технических средств и программного обеспечения, предназначен для проверки работоспособности радиоблоков

при выдаче рабочему, регистрации времени выдачи и сдачи светильников, отображения информации о выданных светильниках и предоставления ее центральному серверу системы

- АРМ Табельщика - компьютер в офисном исполнении, подключенный к локальной сети системы, программное обеспечение которого обеспечивает ввод в систему данных о сотрудниках предприятия, предоставление табеля учета использования рабочего времени и настройку параметров ведения табельного учета системой

- АРМ Инженера КИПиА - комплекс технических средств и программного обеспечения, предназначен для проверки и программирования персональных радиоблоков (РБ), встраиваемых в шахтерские головные светильники, а также для проверки работоспособности технических средств системы

- считыватели (СЧ) - стационарные приемопередатчики типа УРПТ, обеспечивающие регистрацию меток системы позиционирования (встроенных в радиоблоки горнорабочих, установленных на ВШТ) и передачу данных о зарегистрированных метках на сервер сбора данных

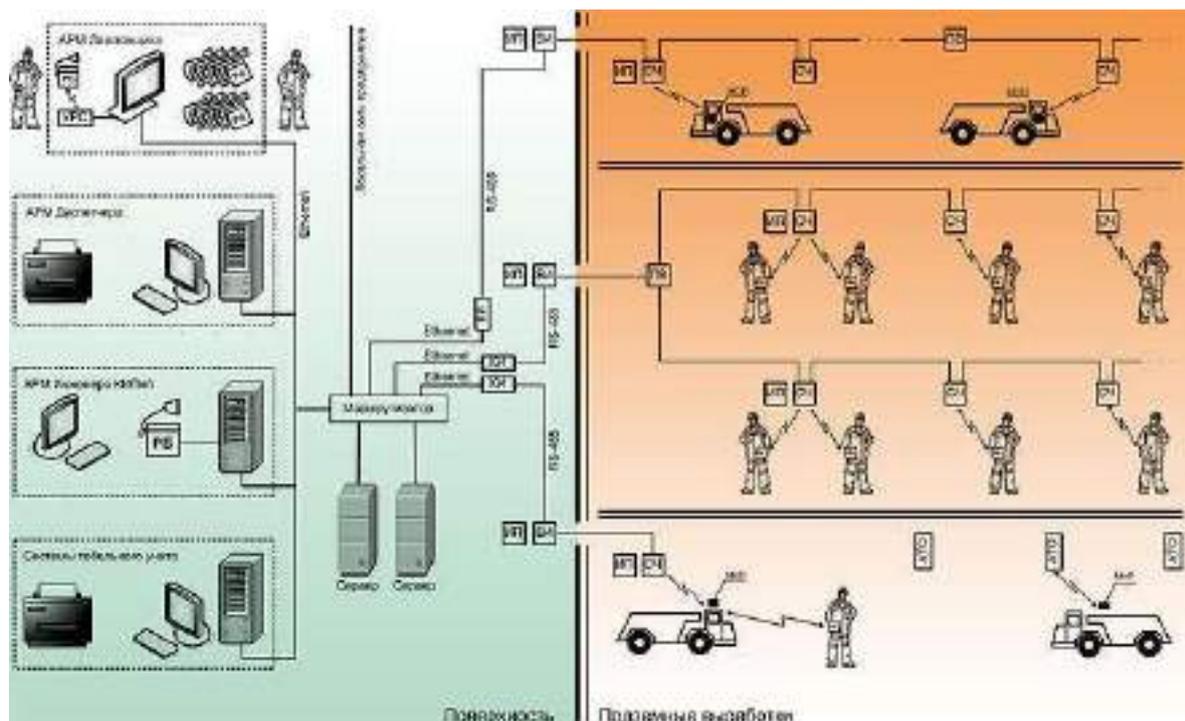
- повторители (ПВ) - стационарные устройства, обеспечивающие удлинение (разветвление) линии связи (в шахтах, не опасных по газу и пыли, в качестве повторителей применяются считыватели УРПТ с функцией повторителя)

- источники питания (ИП) - источники питания (в т.ч. искробезопасные) с аккумуляторной поддержкой для питания технических средств системы

- автономная точка отметки (АТО) – постоянно излучающее устройство, имеющее автономное питание и не связанное с сервером системы проводными линиями связи. АТО закладывается в скважину (шпур), пробуренную в борту выработки в зоне, где необходимо контролировать появление

ВШТ, и выполняет функцию идентификатора данной зоны (забоя, участка, выработки и т.п.)

- мобильное устройство регистрации (МУР) - приемопередатчик, выполняющий функцию идентификатора транспортного средства и обеспечивающий передачу данных от автономной точки отметки на стационарный считыватель



Структура системы СПГТ-41

Позиционирование горнорабочих

Работа системы позиционирования горнорабочих и транспорта СПГТ-41 основана на регистрации маломощных высокочастотных приемопередатчиков (меток), встраиваемых в шахтные головные светильники горнорабочих, на стационарных считывателях, расположенных на поверхности и в подземных выработках. Метки горнорабочих входят в состав радиоблоков СУБР-02СМ, обеспечивающих одновременную работу в составе системы СПГТ-41 и комплекса аварийного оповещения СУБР-1П.

Основой проводной связи с интерфейсом RS-485 являются маги-

страли связи, количество которых определяется топологией контролируемой шахты (рудника). Деление магистрали связи на сегменты осуществляется с помощью повторителей, при этом длина сегмента не должна превышать 3,5 км и количество устройств на сегменте должно быть не более 14.

Позиционирование горнорабочих осуществляется путем фиксации сигнала персональных радиоблоков, встроенных в головные светильники, на стационарных считывателях УРПТ. Взаимодействие между считывателем и меткой системы позиционирования, встроенной в радиоблок, является двунаправленным и беспроводным.

Считыватели устанавливаются на входах в шахту (рудник), на границах участков, входах в штреки, уклоны, бремсберги и т.п., их количество определяется топологией горных выработок и желаемой точностью определения положения персонала. Расположение считывателей должно обеспечивать разделение подземного пространства на непрерывную систему зон (участков). Считыватели, установленные на входах в шахту (рудник), контролируют наличие персонала в подземных выработках. Считыватели, установленные в подземных выработках, контролируют наличие персонала в зонах считывания. Последовательная фиксация радиоблока горнорабочего на разных считывателях позволяет отследить маршрут его движения.

В зависимости от исполнения и места установки считыватели УРПТ формируют от одной до четырех зон считывания. Во время движения персонала метка последовательно фиксируется сначала в одной, потом в другой зонах, что позволяет определять направление движения горнорабочего. При появлении меток в зоне считывания считыватели устанавливают с ними связь и получают их уникальные номера. По командам сервера считыватели передают ему информацию о зарегистрированных метках.

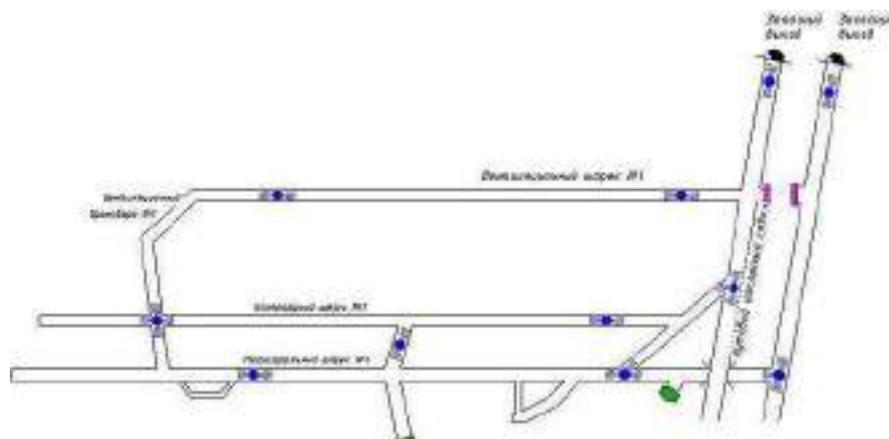
Программное обеспечение (ПО) СПГТ-41, функционирующее на сервере, управляет обменом данными со считывателями, организуя их перио-

дический опрос, и заполняет базу данных, в которую заносятся время регистрации метки, номер считывателя (местоположение носителя метки), номер метки и табельный номер горнорабочего. ПО обрабатывает данные о положении и направлении движения меток, определяя зоны (участки) горных выработок и наземных строений, в которых находятся носители меток. ПО формирует оперативный (месячный) и долговременный архив и обеспечивает доступ к хранимым данным, обрабатывая запросы клиентов, в том числе удаленных.

На рабочем месте диспетчера используется ПО, отображающее на планах горных выработок местоположение носителей меток. При этом обеспечивается: просмотр списка горнорабочих (носителей меток), находящихся в указанной зоне, в том числе защищаемой; поиск зоны, в которой находится заданный человек; просмотр маршрута движения заданного человека; печать соответствующих отчетов и т.п.

Считыватель имеет возможность автономной работы (хранение информации о зарегистрированных метках) в случае временного отказа линии связи с сервером или остановки сервера, при этом список зарегистрированных на считывателе меток сохраняется в энергонезависимой памяти и передается на сервер при первом запросе после восстановления работоспособности системы.

Считыватель имеет возможность контролировать обрыв или короткое замыкание высокочастотного антенного кабеля и антенн.



Пример расстановки считывателей

Учет работы транспорта

Автономные точки отметки АТО устанавливаются в зонах, где необходимо контролировать появление ВШТ. При необходимости контроля маршрута передвижения ВШТ автономные точки отметки закладываются также в узловых точках заданного маршрута передвижения. Количество закладываемых АТО зависит от необходимой точности построения маршрута. АТО закладываются в скважину (шпур), пробуренную в борту выработки, и ориентируются таким образом, чтобы направление антенны АТО пересекало маршрут движения транспортного средства при его появлении в контролируемой зоне. АТО имеет автономное питание.

В конечной точке маршрута транспортного средства (например, в зоне разгрузки) устанавливается стационарный считыватель УРПТ-485.3.ZZ, связанный с сервером Системы проводной линией связи.

На контролируемое транспортное средство устанавливается мобильное устройство регистрации МУР. Питание = 12 В / 24 В мобильного устройства регистрации предусматривается от электросистемы транспортного средства. МУР является ведомым устройством и обеспечивает передачу данных от АТО на стационарный считыватель.

Периодичность излучения сигнала АТО составляет не менее 10 раз/с. При появлении ВШТ в контролируемой зоне мобильное устройство регистрации, установленное на ВШТ, принимает сигнал от АТО (его уникальный номер) и фиксирует время регистрации. На пути следования ВШТ может располагаться до 700 автономных точек отметки.

По прибытии ВШТ на конечную точку маршрута (например, в зону разгрузки) мобильное устройство регистрации попадает в зону приема стационарного считывателя. Стационарный считыватель организует канал передачи данных от МУР и считывает уникальные номера всех АТО, через которые проходил ВШТ, и время регистрации ВШТ на этих АТО. Далее, по

командам сервера считыватель передает полученную информацию на сервер.

Программное обеспечение, функционирующее на сервере, осуществляет обработку и анализ полученных данных, определяя зоны (участки) горных выработок, в которых фиксировался ВШТ. Отображение полученных результатов осуществляется на автоматизированном рабочем месте (АРМ) Диспетчера в графическом и табличном виде.

На АРМ Диспетчера возможно отображение следующей информации:

- количество рейсов, выполненных заданным ВШТ, от конкретного места загрузки до места разгрузки в заданный период времени
- время прибытия ВШТ на контрольную точку и время отъезда с нее
- маршрут передвижения ВШТ, в т.ч. в графическом виде на мнемосхеме горных выработок
- диагностическая информация: состояние стационарного считывателя, уровень разряда элементов питания АТО

Взаимодействие АТО - МУР и МУР – стационарный считыватель является беспроводным.

Взаимодействие между считывателями и наземным сервером осуществляется по протоколу Modbus RTU через интерфейс RS-485.

Обнаружение персонала перед движущимся транспортом

Мобильное устройство регистрации МУР устанавливается на ВШТ и во время движения ВШТ посылает запросы на установление связи с метками системы позиционирования в зоне своего приема. При появлении в зоне считывания меток МУР устанавливает с ними связь и получает их уникальные номера. Информация о наличии зарегистрированных меток по ходу движения ВШТ обрабатывается программными средствами МУР и сообщается водителю ВШТ посредством звуковой и световой сигнализации.

Метка системы позиционирования, встроенная в радиоблок водителя (оператора) ВШТ, а также метка, связанная с транспортным средством, в

начале смены заносятся в память МУР и в процессе опроса данным мобильным устройством регистрации игнорируются.

Табельный учет

Организация табельного учета горнорабочих реализуется на основе данных о выдаче/сдаче радиоблоков со встроенными метками системы позиционирования.

Регистрация факта выдачи/сдачи светильника осуществляется следующим образом: в начале смены работник получает светильник в ламповой и помещает его в зону считывания устройства регистрации светильников, работающего в режиме "Выдача". Устройство регистрации считывает уникальный номер метки, встроенной в радиоблок выдаваемого светильника. АРМ Ламповщика фиксирует выдачу светильника. При этом в системе фиксируется время начала смены горнорабочего. Для подтверждения факта выдачи светильник мигает светом.

Для сдачи светильника в конце смены работник помещает его в зону считывания устройства регистрации светильников, работающего в режиме "Прием". Устройство регистрации считывает уникальный номер метки, встроенной в радиоблок светильника. АРМ Ламповщика фиксирует прием светильника. При этом в системе фиксируется время окончания смены горнорабочего. Для подтверждения факта приема светильник мигает светом.

Информация о зарегистрированных светильниках отражается на информационной панели АРМ Ламповщика. Появление записи о выдаче светильника на информационной панели означает, что светильник зарегистрирован в Системе и зафиксировано время начала смены горнорабочего. Удаление светильника из списка выданных (при его сдаче) означает окончание рабочей смены.

Технические характеристики

<i>Общие характеристики</i>	
Контролируемые характеристики персонала и транспортных средств (подвижного оборудования):	
- наличие в зонах(е) действия считывателя	да
- направление движения	да
- обнаружение персонала перед движущимся ВШТ	да
Точность позиционирования	зона, ограниченная считывателями
Передача сигнала об аварии из подземных выработок горному диспетчеру	с места установки считывателей
Характеристики структуры и состава	
Количество элементов, обеспечивающих позиционирование:	
- количество меток, не более	4095
- количество считывателей на одной магистрали связи, не более	247
- количество магистралей связи, не более	256
- количество автономных точек отметки, не более	65536
- количество мобильных устройств регистрации, не более	65536
- количество АРМ Системы	ограничено возможностями локальной сети
Характеристики системы передачи данных	
Параметры высокочастотного канала связи:	
- тип связи	двухсторонняя радиосвязь
- режим связи	полудуплекс
- скорость передачи данных, не менее	1024 кБод
- гарантированная / максимальная дальность считывания меток (в прямой видимости)	25 / 100 м
- диапазон частот	2400 - 2525 МГц
- периодичность опроса считывателем (задается программно)	0,4 / 4,5 с
- максимальная скорость перемещения метки	12 м/с
Параметры канала связи "считыватель – сервер":	
- тип связи	двухсторонняя проводная
- режим связи	полудуплекс
- интерфейс	RS-485
- протокол	Modbus RTU
- скорость передачи данных	19,2 кБод

- среда передачи	витая пара
Возможность резервирования канала передачи данных	да
Возможность резервирования по линии питания	да
Параметры канала связи "сервер – АРМ и другие пользователи":	
- тип локальной вычислительной сети	Ethernet 10/100 TX
- количество пользователей	ограничено возможностями локальной сети
Характеристики системы электропитания	
Напряжение питания переменного тока (50 Гц)	36 / 127 / 380 / 660 В
Напряжение питания технических средств	12 / 24 В
Аккумуляторная поддержка питания технических средств	да
Время работы от аккумуляторов, не менее	10 час

2. Система BeckerLOC - определение местоположения персонала

Система BeckerLOC строится на встроенных в индивидуальные светильники радиометках, подземных считывателях радиометок, для передачи данных на поверхность применяются радиомодемы или WiFi точки доступа.

Предназначена для централизованного контроля за перемещением персонала и транспортных средств угольных шахт и рудников, определения нахождения персонала в аварийных ситуациях, а также табельного учета персонала.



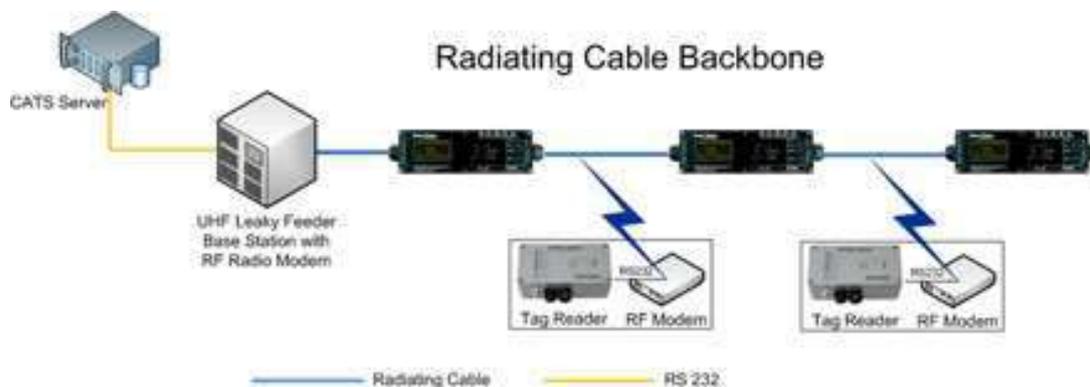
Решаемые системой задачи

Основными задачами системы BeckerLOC являются повышение безопасности работы и эффективности управления перемещением персонала и транспорта, осуществления табельного учета, аварийного оповещения персонала за счёт:

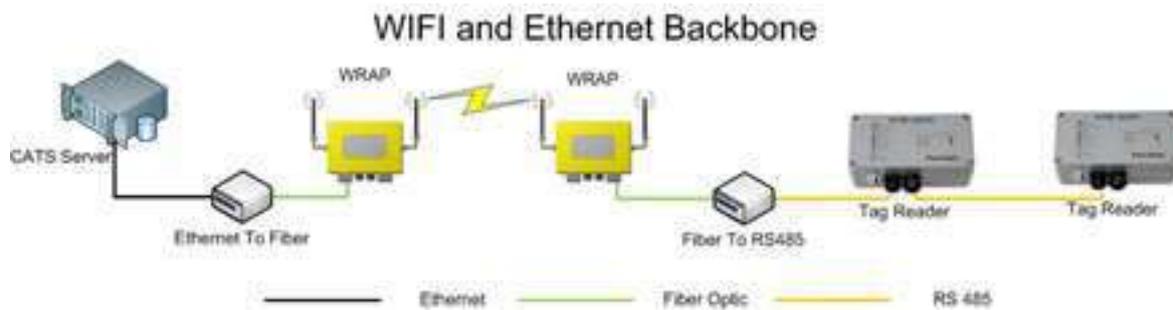
- применения современных технических средств автоматического контроля за перемещением персонала и транспорта;
- оперативного формирования и удобного эргономичного отображения в операторских пунктах информации о текущем количестве людей и транспорта, их местоположение, напряжение аккумулятора индивидуальных светильников;
- подачи индивидуальной световой (звуковой) сигнализации в аварийных и предаварийных ситуациях;
- контроля и учета нарушений технологической и производственной дисциплины;
- формирования и предоставления производственному и горноспасательному персоналу отчетных документов за необходимый период времени.

Способы передачи данных

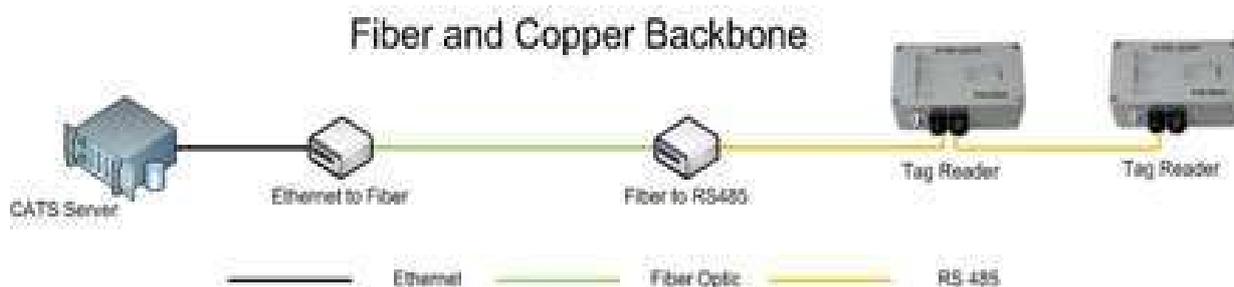
- 1) Обмен данными между считывателями и базовой станции через UHF-радиомодемы и излучающий кабель. Предоставляет свободу и мобильность при расстановке считывателей в шахте.



- 2) Обмен данными между считывателями и базовой станции через комбинацию Wi-Fi точек доступа и оптоволоконного кабеля. Возможно построение только на Wi-Fi точках доступа. Предоставляет возможность передачи данных через участки, где прокладка кабеля невозможна или затруднительна (например, угроза обрушения). Расстояние между WRAP не более 400 м.



3) Обмен данными между считывателями и базовой станции через оптоволоконный кабель. Предоставляет возможность передачи данных с высокой скоростью, что позволяет передавать видеосигнал.



Особенности системы BeckerLOC

- Система создает возможность бесконтактной электронной регистрации положения людей и транспортных средств при оснащении их транспондерами (индивидуальными радиомаяками);
- Система позволяет осуществить табельный учет на предприятии с контролем времени доступа, учетом времени присутствия на рабочем месте, времени ухода с работы;
- Система осуществляет фиксацию получения и сдачи сотрудником светильника, вхождение сотрудника в подземную часть шахты (рудника), перемещение сотрудника по выработкам (точность местоположения зависит от количества установленных считывающих устройств в горных выработках, вдоль которых осуществляется перемещение);
- Система позволяет вывести информацию о местонахождении людей и транспорта при возникновении аварийной ситуации;
- Система позволяет с поверхности оперативно оповещать людей подачей светового (звукового) сигнала о возможной аварии, а также позволяет

контролировать правильность перемещения людей при выходе из аварийных участков.

- Дополнительно предлагаемые к системе портативные считывающие устройства позволяют значительно снизить время поиска людей под завалом при авариях;

- Система предлагает большой модельный ряд «активных» транспондеров как для персонала (встраиваемые в светильник или имеющие автономное питание 3 В не требующие подзарядки 2 года), так и для транспортных средств. Все транспондеры имеют уникальный идентификационный номер.

Есть модели, позволяющие регистрировать состояние заряда аккумуляторной батареи светильника либо встроенной батареи;

- Система осуществляет диагностику входящего в ее состав оборудования и линий связи с выдачей информации на экран АРМ оператора;

- Система позволяет оперативно наращивать или уменьшать зоны слежения (с изменением комплектации технических средств системы и программ отображения);

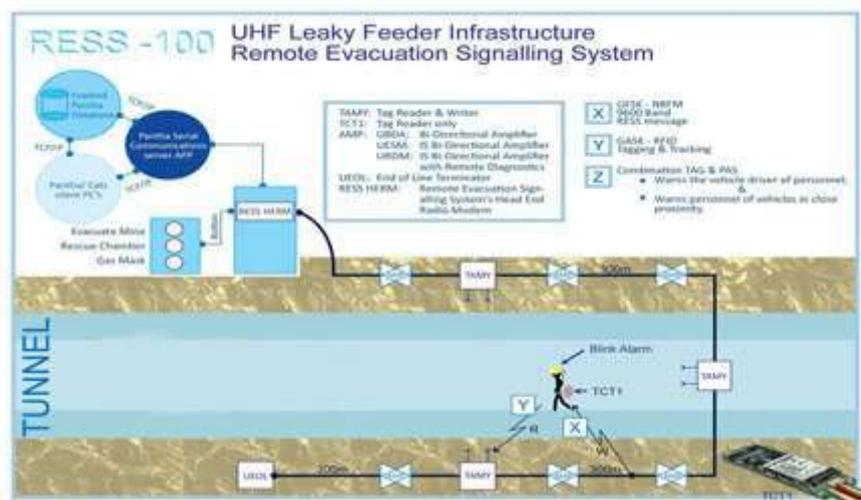
- Оборудование, входящее в систему, имеет класс защиты IP54 (некоторые элементы IP68) и может быть выполнено в исполнении как РН так и РО.

- Считывающие устройства и транспондеры работают на одной из двух предлагаемых частотах: 403.55 МГц и 433.92 МГц. Система предусматривает передачу информации по оптическому кабелю, по витой паре (RS485), либо по излучающему кабелю, что делает возможным совмещение с используемой системой передвижной радиосвязи при дополнительном согласовании рабочих частот.

- Предлагаемое программное обеспечение имеет возможность построения мнемосхем на русском языке и не требует специализированной подготовки обслуживающего персонала. Также она обеспечивает возможность оперативной настройки параметров системы, обеспечивает архивацию всех

перемещений персонала и транспорта и оперативное оповещение/вызов персонала.

- Предлагаемая система BeckerLOC нашла широкое применение на золотодобывающих шахта ЮАР(75% шахт), угольных шахтах Турции, США, Канады, Польши, Австралии и зарекомендовала себя как надежная, отказоустойчивая система.



3. Система Радиус

Краткое описание и основные технические характеристики системы «Радиус-2»

Система беспроводного подземного оповещения, персонального вызова, наблюдения и поиска людей, застигнутых аварией - «Радиус-2» предназначена для обеспечения выполнения требований правил промышленной безопасности на подземных рудниках и шахтах, в том числе опасных по газу и пыли в соответствии отраслевыми правилами безопасности.

Система «Радиус-2» изготавливается и применяется на основании Разрешения Ростехнадзора РФ № РРС00-17798, Сертификата соответствия № РОСС RU.МГ02.В00737.

Система «Радиус-2» отвечает требованиям норм электромагнитных излучений 8-95-ГКРЧ ГОСТ 12.1.006.84, Заключение ЛОНИИР № 891-БЭ и санитарным нормам Заключение ФГУ ЦГСЭН № 09 2035.

Система «Радиус-2» является комплексом, интегрирующим без значительных затрат в единой системе беспроводного подземного аварийного оповещения и персонального вызова новые дополнительные функции поиска людей, застигнутых аварией - подсистема «РадиусПоиск» и наблюдения местонахождения людей в шахте и автоматический табельный учет - подсистема «РадиусСкан».

Система «Радиус-2» обеспечивает повышение оперативности спасательных работ в аварийной ситуации и в управлении подземным горным производством. Горный диспетчер имеет возможность мгновенно передать с пульта, установленного на поверхности шахты, сквозь толщу горных пород в любое место шахты сигнал общего аварийного оповещения для эвакуации людей из шахты или персонального вызова шахтеру для связи с диспетчером с ближайшего телефона.

Зона действия системы: в любом месте шахты на любую глубину сквозь горный массив не зависимо от проводимости пород.

Емкость кодов системы «Радиус-2»: персонального вызова - 1024, общего оповещения по типу аварии - 4. Передача цифровых или текстовых сообщений - 16 запрограммированных сообщений.

Принцип действия аппаратуры беспроводного подземного аварийного оповещения и персонального вызова.

Принцип действия аппаратуры беспроводного подземного аварийного оповещения и персонального вызова построен на использовании технологии передачи сигналов сквозь горный массив.

В случае предаварийной или аварийной ситуации (уровень содержания метана, пожар, обвал...) диспетчер шахты с пульта управления передающего устройства, установленного на поверхности шахты, передает кодовые радиосигналы аварийного оповещения или персонального вызова в подземные выработки сквозь толщу горных пород.

Шахтерское абонентское устройство приемное, встроенное в крышку

светильника принимает сигналы и преобразовывает их в мигание лампы светильника различной частоты и длительности и в звуковые сигналы.

По типу этих сигналов шахтеры получают информацию о происходящих событиях в шахте - Авария или Вызов.



Устройство приемное системы «Радиус-2»



Интегрирующим сигнально-информационным устройством системы «Радиус-2» является шахтерское многофункциональное приемное устройство «Радиус 1-ПРМ 8».

Устройство приемное «Радиус 1-ПРМ 8» выполнено в виде Ex-компонента, встраиваемого внутрь корпуса взрывобезопасного шахтного головного светильника, выпускается на основании Разрешения Ростехнадзора РФ № РРС00-16394 с маркировкой взрывозащиты ExibI U.

Устройство приемное «Радиус 1-ПРМ 8» выпускается в различных вариантах исполнения в зависимости от типа шахтного головного светильника, в который он встраивается.

Все шахтные головные светильники - радиосигнализаторы (завод изготовитель: ООО «ПЗ Светотехника», г. Прокопьевск, ПО «Электроточприбор», г. Омск, ООО «Аэротест», г. Москва и др.) сертифицируются в составе системы «Радиус-2» в установленном порядке.

В зависимости от назначения встраиваемое устройство приемное «Радиус 1-ПРМ 8» с основной функцией:

- оповещение об аварии, персональный вызов людей независимо от того в каком месте шахты они находятся дополняется функциями:
- Поиск застигнутых аварией людей в шахте
- Наблюдение местонахождения, автоматический табельный учет персонала шахты.

Устройство передающее системы «Радиус-2»

Оборудование устройства передающего выпускается с видом и уровнем взрывозащиты общего назначения.



Устройство передающее (ПРД-2) конструктивно состоит из: усилителя мощности (УМ), блока контроля согласования (БКС), пульта дистанционного управления (ПДУ), антенно-фидерного устройства (АФУ).

В зависимости от геометрических размеров шахтного поля, геоэлектрических свойств горных пород устройство передающее комплектуется усилителями мощности 1,25; 2,5; 5,0; 10; 15 кВт.

Управление устройством передающим осуществляется от пультов местного и дистанционного управления (ПДУ) или от персонального компьютера с помощью интерфейса RS-485 и программного обеспечения «Radius» для Windows.

Максимальное удаление пульта дистанционного управления от передатчика - 1 км. Для обеспечения управления на расстоянии более 1 км могут быть использованы локальные сети Ethernet (витая пара, оптоволокно, радиоканал) сетевые протоколы ModBus/RTU, ModBus/TCP или аналоговые модемы, работающие по выделенной телефонной паре.

Передача сообщений осуществляется посредством низкочастотных электромагнитных волн используя сетку частот с нижнего диапазона 25 Герц до 2500 герц с шагом 50 герц.

Сетка частот дает возможность выбрать оптимальную частоту просвечивания горных пород в зависимости от ее удельной проводимости. Передающее устройство может программно переходить с одной частоты на другую. Разделение по частоте позволит решить проблему совместимости шахтных полей избирательным образом.

Передающая антенна (АФУ) должна располагаться в невзрывоопасных зонах на поверхности земли, в скважинах или подземных выработках, не опасных по газу и пыли.

В зависимости от специфики горно-геологических условий рудников и шахт АФУ выполняется в виде протяженной до нескольких километров

однопроводной электрической линии, заземленной на концах, сориентированной по оси простирания самого протяженного участка зоны оповещения.

АФУ может быть выполнено также в виде петли (рамки), проложенной по периметру зоны оповещения или многовитковой рамкой с меньшей площадью витка.

Антенный провод, изолированный от среды, может быть подвешен по опорам ЛЭП, проложен на поверхности земли в грунте или в шахтных подземных выработках. В любых вариантах расположения АФУ должна быть гарантирована напряженность поля достаточная для нормальной работы устройств приемных, т.е. должно быть обеспечено доведение сообщений до персонала шахты независимо от того, в каком месте они находится.

4. Система беспроводной информационной инфраструктуры Granch SBGPS

Система связи ГРАНЧ, объединяющая все устройства, входящие в состав автоматизированной системы оперативно-диспетчерского управления (АСОДУ), представляет собой локальную информационно-вычислительную сеть (LAN), использующую Internet - протокол (IP) на всех своих уровнях. Универсальность этого протокола позволяет применять стандартизированную аппаратуру и программное обеспечение для доступа к любому узлу системы - от датчика и исполнительного механизма до сервера.

До настоящего времени в качестве физической среды передачи сигнала в этой системе использовались только проводные линии связи - медные либо оптические. Причем, скорость передачи информации по стандартному подземному телефонному кабелю в системе связи ГРАНЧ почти в тысячу раз выше, чем в любой другой существующей сегодня подземной системе, даже использующей специализированные медные пары. Это стало возможным благодаря использованию оригинальной технологии Granch SBNI - передачи данных по проводам. Такой скорости передачи информации более чем достаточно для решения любой подземной технологической задачи, что

сделало нецелесообразным применение сложных в обслуживании оптических линий.

Проблемой оставались только сами провода, привязывающие устройство или абонента к определенному месту. Сегодня мы предлагаем беспроводное расширение этой подземной локальной сети - Wireless-LAN ("WLAN"). Система основана на технологии WiFi (IEEE 802.11), как наиболее популярной и стремительно развивающейся технологии беспроводной связи.

Назначение системы:

- непрерывное наблюдение за точным местоположением людей и механизмов,
- непрерывное наблюдение за точным состоянием людей и механизмов в шахте,
- управление работой людей под землей,
- оповещение людей под землей,
- поиск и спасение людей под землей,
- связь рабочих с диспетчером,
- контроль газовой обстановки в зоне работы людей
- контроль и ограничение доступа на объект.

При этом для управления и оповещения людей применяется набор голосовых команд и система обратной связи, что гарантирует их прием, правильность восприятия и интерпретации.

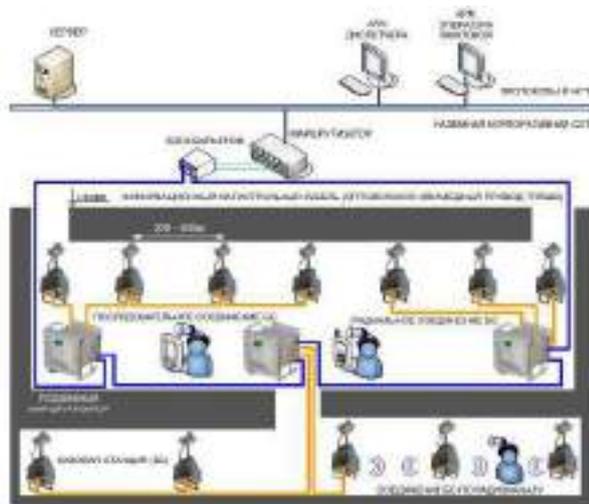
Система предназначена для оснащения персонала, занятого на подземных работах, а также подвижных машин и механизмов современными средствами коммуникации. Кроме того, система предоставляет возможность передавать речь, видеоизображение, управляющую и телеметрическую информацию из одной произвольной точки угледобывающего предприятия в другую.

Более того, из ряда представленных на российском рынке систем данная система оказывается единственной, полностью удовлетворяющей требованиям ФНИП.

Структура системы

Подземная инфраструктура SBGPS представляет собой представляет собой структурированную систему базовых станций (БС, Access Points), связанные между собой как по проводам, так и по технологии Mesh-Net. Сеть учитывает непрерывные подключения и изменения конфигурации сети при возникновении проблем (неисправный узел или заблокированный путь), выбирая оптимальный путь ("прыгая" от узла до узла, пока не будет достигнут адрес назначения). В Сети Mesh узлы связаны друг с другом, это полностью связанная сеть. Работа сетей Mesh - это подкласс мобильной сети, использующий принцип доступа к узлам в зависимости от сложившейся ситуации. Таким образом, при пропадании сигнала по проводной линии связи БС включает режим Ad-Нос, и связывается с ближайшей работоспособной БС по беспроводному каналу.

Клиентская часть SBGPS может быть оборудована как стандартными устройствами связи в стандарте WiFi, так и специализированными устройствами оповещения SBGPS Light, представляющий собой индивидуальный шахтовый светильник, оборудованный голосовым процессором, датчиком метана и сетевым модулем WiFi, обеспечивающим постоянную связь с инфраструктурой. Для определения положения используется технология RTLS (Real Time Location Service) - определение координат в реальном времени.



Применение беспроводной подсистемы комплекса «Умная шахта» ® - ГОРНАСС производства НПФ «Гранч» для поиска людей, застигнутых при аварии, в соответствии с требованиями пунктов ФНИП.

1. Шахта должна быть оборудована системами:

- наблюдения (за местонахождением персонала);
- оповещения об авариях людей независимо от того, в каком месте шахты они находятся;
- средствами поиска застигнутых аварией людей;
- а также прямой телефонной и дублирующей ее альтернативной связью с аварийно-спасательной службой, обслуживающей шахту.

2. Исполнение требований пункта ФНИП системой Granch SM WLAN

2.1. Наблюдение (за местонахождением персонала)

Система позволяет определить нахождение любого человека между базовыми станциями, измеряя уровень приема сигнала вдоль всех выработок. Точность определения координат местоположения человека не хуже ± 20 м в любом месте предприятия, покрываемом сетью Granch SM WLAN.

2.2. Оповещения об авариях людей независимо от того, в каком месте шахты они находятся.

Оповещение происходит в любом месте предприятия, покрываемом сетью Granch SM WLAN. Причем, происходит так называемая «гарантиро-

ванная доставка» оповещения. То есть система требует подтверждения получения оповещения от каждого абонента. Подтверждение происходит на двух уровнях. Первый уровень - автоматический, на уровне аппаратуры; он подтверждает исправность аппаратуры и ее нахождение в зоне приема, а также то, что сигнал оповещения получен. Второй уровень - субъективный; при этом человек, получивший сигнал оповещения, должен нажать на кнопку ответа на своем автономном аппарате, подтверждая получение сигнала оповещения, что отслеживается оператором на мониторе.

2.3. Средства поиска застигнутых аварией людей Поиск людей, застигнутых аварией, осуществляется в два этапа. Первый этап - прогнозирование координат местонахождения человека и его состояния на время начала спасательных работ; второй - непосредственно поиск человека с учетом этих прогнозов. Оба этапа спасения обеспечиваются заложенными в систему возможностями.

2.3.1. Регистрация последнего местонахождения человека

Система позволяет прогнозировать местонахождение людей после аварии и оптимизировать план их спасения. Точность определения - ± 20 м. Даже, если шахтёр работает на неохваченном сетью участке, система коммуникации всегда знает станцию, с которой шахтёр связывался в последний раз, и время, когда это было. Это позволяет предположить место, где он находится в настоящее время.

2.3.2. Поиск людей под завалами Granch SM WLAN оборудована двумя поисковыми системами - микроволновой и акустической.

2.3.2.1. Микроволновая система поиска

Штатное приемопередающее устройство, имеющееся во всех абонентских устройствах, можно использовать для пеленгации местоположения человека под завалами. Завал, под которым обнаруживается человек с помощью данной системы поиска, по размерам сопоставим с завалами, ди-

агностирование которых на присутствие людей осуществляется посредством других радиочастотных поисковых устройств. Для обнаружения пострадавшего достаточно иметь специальный приемник, в качестве которого может служить мобильная базовая станция спасателя.

2.3.2.2. Акустическая система поиска

Приемопередающее устройство, расположенное в индивидуальном светильнике горнорабочего, оборудовано акустическим излучателем большой мощности, предназначенным для привлечения внимания шахтера к вызову диспетчера или сигналу оповещения об аварии. При аварийной ситуации это устройство без дополнительных действий владельца светильника переходит в режим маяка и посылает в окружающее пространство периодические мощные акустические сигналы, указывающие на местонахождение человека.

2.4. Прямая телефонная и дублирующая связь

В соответствии со своим основным назначением, система Granch SM WLAN является микросотовой высокоскоростной системой связи, обеспечивающей голосовую и высокоскоростную цифровую (телеметрическую) форму общения абонентов.

2.5. Возможность организации аварийной связи при спасательных работах.

В случае обрыва проводов связи между базовыми станциями, они автоматически переходят на беспроводную связь с ближайшими доступными станциями. В случае разрушения всей аппаратуры вдоль выработки имеется возможность восстановить полноценное функционирование канала связи замещением вышедших из строя участков мобильными ретрансляторами с автономным питанием.

Скорость восстановления равна скорости продвижения спасателей. При этом спасательное подразделение может быть оснащено специализированным телеметрическим оборудованием в соответствии с требованиями

ВГСЧ.

Кроме того, стандарт 802.11, который лежит в основе работы беспроводной части системы, является наиболее быстро развивающимся и самым популярным в мире. Это означает, что в ближайшее время большинство устройств будут содержать интерфейс этого стандарта, что позволит включать их в систему автоматически.

1. Краткий перечень характеристик и возможностей системы:
 - 1.1. Протокол передачи информации IEEE802.11.
 - 1.2. Скорость передачи информации - до 56 Мбит/с.
 - 1.3. Связь с персоналом в зависимости от типа абонентского устройства у шахтера:
 - 1.3.1. При наличии светильника с радиопейджером - двухсторонняя кодовая связь с диспетчером, оповещение при аварии;
 - 1.3.2. При наличии микросотового телефона - двухсторонняя голосовая связь с любым абонентом телефонной сети, включая диспетчера;
 - 1.3.3. При наличии карманного микрокомпьютера (PDA) - двухсторонняя голосовая связь с любым абонентом телефонной сети, включая диспетчера, получение графической информации, управление любыми устройствами, включенными в систему Granch SM WLAN.
 - 1.4. Дистанционное управление подвижными механизмами на опасных участках.
 - 1.5. Организация табельного учета.
 - 1.6. Отслеживание местоположения любого объекта, оснащенного устройством радиосвязи с точностью ± 20 м с отображением на пульте диспетчера и записью информации в базу данных.
 - 1.7. Выдача спасательным подразделениям координат последнего положения объекта перед разрушением системы.
 - 1.8. Быстрое восстановление разрушенного канала связи средствами спасательного подразделения ВГСЧ.

2. Структура системы

2.1. Основой системы является инфраструктура базовых станций (БС), обеспечивающая непрерывную зону радиопокрытия вдоль всех выработок. На прямых участках базовые станции располагаются через каждые 200...500 м. Базовые станции по проводным соединениям подключаются к контроллерам базовых станций, образуя кластер.

Максимальное удаление базовых станций от контроллера кластера составляет до 2,5 км при питании от контроллера и до 10 км при подключении базовых станций к дополнительным источникам питания. Система может иметь произвольное количество кластеров, а также использовать гибридный способ соединения (чередование проводного и беспроводного соединений), то есть покрывать любое количество горных выработок.

2.2. Электропитание базовых станций осуществляется искробезопасным напряжением от контроллеров кластера БС. БС также оснащены резервными аккумуляторами, обеспечивающими автономную работу не менее 24 часов. Исполнение базовых станций РО. Удаление БС от контроллера кластера до 2000 метров.

2.3. Контроллер кластера базовых станций питается искробезопасным напряжением 127 вольт. Исполнение РВ/РО.

2.4. Возможно применение беспроводных базовых станций-ретрансляторов с автономным электропитанием. Это позволяет развернуть или восстановить связь после аварии в кратчайшие сроки, например, при выполнении спасательных операций. Работа в этом направлении ведется совместно с ЦШ ВГСЧ.

2.5. Оборудование личного состава.

2.5.1. Двухнаправленный радиопейджер. Устройство встроено в шахтовый индивидуальный головной светильник. Реализует следующие функции:

- Передача набора речевых персональных команд и речевой команды общего оповещения;

- получение подтверждений о получении сигнала от каждого вызываемого;
- вызов со стороны шахтера «Мне нужна помощь»;
- определение и отслеживание местонахождения каждого человека на основе анализа информации об уровне сигнала относительно базовых станций (RSSI);
- табельный учет;
- контроль доступа в опасные помещения защита от проезда места схода с ленты конвейера;
- контроль метана в месте нахождения человека (при наличии встроенного датчика);
- акустический сигнал, автоматически включающийся при пропадании связи с базовой станцией;
- применяется при поиске человека под завалами;
- голосовое меню и подсказки пользователю.

2.5.2. Микросотовый телефон. Обеспечивает двухстороннюю голосовую связь с любым абонентом телефонной сети предприятия.

2.5.3. Карманный микрокомпьютер (PDA). Обеспечивает двухстороннюю голосовую связь с любым абонентом телефонной сети, включая диспетчера, получение графической информации, управление любыми устройствами, включенными в систему Granch SM (WLAN).

2.5.4. Мобильная видеокамера. Обеспечивает передачу видеоизображения для проведения инспекций и поисковых операций, для контроля опасных механизмов и участков.

2.6. Для горноспасателей дополнительно предусмотрен индивидуальный биометрический контроль (тема разрабатывается совместно с ЦШ ВГСЧ).

Система беспроводной связи Granch SM WLAN является подсистемой общей информационной системы «Умная шахта» ® - ГОРНАСС и может быть использована в качестве: альтернативной системы передачи данных

вдоль горных выработок, системы связи с подвижными объектами, системы управления шахтным транспортом и прочее. Имеется возможность оснастить радиометками любое имущество, например - датчики из системы АГЗ. В этом случае при попытке хищения диспетчеру (или на пульте охраны) поступает сигнал о том, что данное имущество покинуло свое место и в настоящий момент движется в таком - то направлении в таких - то координатах.

5. Система СУБР-1П



Комплекс аварийного оповещения и селективного вызова СУБР-1П предназначен для выполнения требований § 41 ПБ 05-618-03 в части обеспечения оповещения горнорабочих и ИТР, находящихся в подземных выработках, об авариях и их индивидуального (селективного) вызова, а также передачи информации на индивидуальный текстовый приёмник.

Комплекс СУБР-1П совместно с передающей антенной может быть использован в подземных выработках шахт и рудников и в их наземных

строениях, опасных по рудничному газу и/или пыли, с простиранием шахтного поля до 10 км и глубиной шахт до 1000 м, проводимостью горных пород не более 10⁻³ см/м. Комплекс СУБР-1П формирует постоянно действующий однонаправленный канал передачи информации от пульта диспетчера на индивидуальные приемники каждого из шахтеров.

Комплекс СУБР-1П имеет разрешение Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору на применение в рудниках и угольных шахтах, в том числе опасных по газу и пыли № РРС 00-23291 от 02.02.2007.

Комплекс СУБР-1П обеспечивает:

- аварийное оповещение горнорабочих и ИТР, находящихся в подземных выработках, независимо от того, в каком месте шахты они находятся;
- селективный вызов горнорабочих и ИТР, находящихся в подземных выработках;
- передачу текстовых сообщений на индивидуальные текстовые приемники (шахтерские пейджеры);
- автоматический переход с основного передающего блока на резервный при срабатывании защиты или обнаружении неисправности, возможность передачи сигнала оповещения об аварии непосредственно с передатчика в случае нарушения связи с пультом или неисправности последнего;
- принудительное включение режима генерации сигнала оповещения об аварии непосредственно с передатчика при нарушении целостности антенны (обрыв или снижение изоляции);
- контроль изоляции и токов в лучах (рамке) антенны комплекса;
- автоматическое отключение антенны при нарушении ее изоляции или обрыве;
- регистрацию и запоминание в «служебном меню» пульта диспетчера нештатных ситуаций и отказов передатчика;

- программирование произвольных текстовых сообщений по позициям плана ликвидации аварий (до 508 сообщений по 40 символов), которые выводятся на пейджер с пульта диспетчера нажатием номера позиции плана ликвидации аварии;
- программирование номеров приемников;
- управление комплексом с помощью персонального компьютера;
- проверку работоспособности приемных устройств перед спуском горнорабочих в шахту.
- Комплекс СУБР-1П может дублироваться системой позиционирования горнорабочих и транспорта системы СПГТ-41, с помощью которой можно формировать резервный канал аварийного оповещения.
- Комплекс СУБР-1П выпускается в двух исполнениях:
- ТИС 6.0.0.00.000, с расположением антенно-фидерного устройства только зоны опасной по газу и пыли (на поверхности);
- ТИС 6.0.0.00.000-01 с возможностью расположения передающей антенны и/или антенно-фидерного устройства в зоне опасной по газу и пыли (в горных выработках).

Комплекс может укомплектовываться приемными устройствами - индивидуальными радиоблоками (РБ) типа СУБР-02СМ ТУ 3148-011-78576787-2006.

Структура системы

Система использует антенну в виде заземленного диполя или рамки, охватывающей шахтное поле, которая может располагаться на поверхности над шахтным полем или в подземных выработках. Строительство антенны осуществляется по проекту, выполняемому на основании исследований электромагнитной обстановки и свойств массива горных пород конкретной шахты (рудника).

Выход передатчика ПРД подключается к антенне через блоки ограни-

чения токов БОТ, а для компенсации индуктивной составляющей сопротивления антенны используются блоки согласующих конденсаторов БСК ТИС 6.9.0.00.000. Установка БСК производится в каждом луче антенны, через каждые 1100 м, начиная с длины 3000 м. Передатчик комплекса (ПРД) и пульт диспетчера (ПД) располагаются на поверхности и осуществляют формирование и передачу сигналов аварии, индивидуального вызова и текстовой информации.

Приемник комплекса СУБР-1ПМ2 (приемник) и/или соответствующие светильники предназначены для приема и обработки передаваемого радиосигнала, преобразования его в мигание лампы шахтного головного светильника или в сигнал формата «POCSAG» для индивидуальных текстовых приемников - шахтерских пейджеров (ШП). В состав приемника СУБР-1ПМ2 входит радиоблок СУБР-01СМ и светильник шахтный головной СГД-5М.05. В состав других светильников входят радиоблоки СУБР-01СМ или СУБР-02СМ, располагаемые в крышке батареи питания светильника и обеспечивающие прием радиосигналов комплекса.

Радиоблоки содержат радиометки системы позиционирования горнорабочих и транспорта СПГТ-41, которая обеспечивает контроль нахождения персонала в рабочих зонах, определение направления и скорости его движения. Радиоблоки являются OEM-устройствами и могут встраиваться в индивидуальное, переносное и стационарное оборудование.

Количество приемных устройств комплекса определяется численностью подземного персонала конкретной шахты или рудника. Приемные устройства могут поставляться по отдельному заказу.

Устройство испытательное УИс, предназначено для проверки работоспособности приемных устройств перед спуском в шахту.

Блок согласующих конденсаторов БСК служит для компенсации реактивной составляющей сопротивления антенны.

Блок ограничения токов БОТ предназначен для ограничения и отключения выходного напряжения передатчика от антенны комплекса в аварийных режимах, разделения общего тока антенны на множество токов и ограничения величины этих токов на искробезопасном уровне.

СУБР предлагает готовые решения безопасности работ на шахтах

Комплекс СУБР®-1СВМ - это комплекс аварийного оповещения и селективного вызова

Назначение комплекса

Комплекс аварийного оповещения и селективного вызова СУБР-1СВМ предназначен для оповещения горнорабочих и ИТР, находящихся в подземных выработках: об авариях, для индивидуального вызова к телефону или громкоговорящей связи, а также приёма-передачи информации для текстового приёмника (пейджера).

Комплекс СУБР-1СВМ может быть использован в подземных рудниках и угольных шахтах, в том числе опасных по газу и пыли, с простиранием шахтного поля до 10 000 м и глубиной шахт до 1000 м, проводимостью горных пород не более 10-3 см/м.

Возможности комплекса

Комплекс аварийного оповещения и селективного вызова СУБР-1СВМ выпускается в соответствии с ТУ 4252-001-47681131-2007 и предназначен для беспроводной передачи сигналов и их комбинаций на индивидуальные и стационарные приемники, находящиеся в зоне покрытия комплекса, в том числе и в подземных выработках, с целью аварийного и технологического оповещения персонала.

Типы передаваемых сигналов:

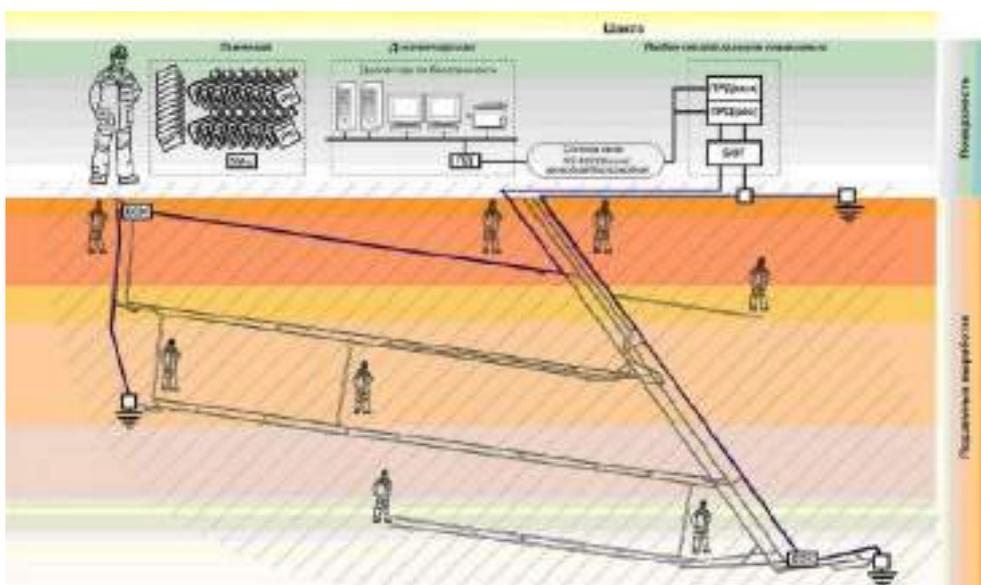
- Сигнал массовое оповещение (общешахтная авария);
- Сигнал номера плана ликвидации аварии;
- Сигнал индивидуального вызова;
- Сигнал в формате текстового сообщения.

Комплекс СУБР-1СВМ обеспечивает:

- аварийное оповещение горнорабочих и ИТР, находящихся в подземных выработках
- селективный вызов горнорабочих, находящихся в подземных выработках
- возможность для передачи фиксированных или произвольных текстовых сообщений (до 508 сообщений по 40 символов) с выводом на индивидуальные приемники, по позициям плана ликвидации аварии с пульта диспетчера или непосредственно с передатчика (при его отсутствии или повреждении линии связи передатчик - пульт)
- программирование автоматической передачи сигналов по часам пульта диспетчера в определенные дни недели и в определенное время. Во время передачи сигналов на передатчике, пульте диспетчера и компьютере отображается текущая и диагностическая информация
- гарантированную передачу аварийного сигнала (предусмотренных техническим заданием), независимо от местоположения горнорабочего и на случай отказа пульта диспетчера или линии связи
- возможность управлять комплексом с персонального компьютера, если это предусмотрено договором поставки
- непрерывный контроль наличия связи пульта диспетчера с передатчиком (передатчиками)
- контроль исправности передающих блоков и антенны с заданной периодичностью и контроль исправности питающей сети. Комплекс имеет резерв передающего устройства и обеспечен системой резервного питания до 72 часов
- контроль текущего состояния передатчика
- возможность подачи всех предусмотренных ТЗ сигналов непосредственно с передатчика (на случай отказа пульта диспетчера или линии связи)

- контроль изоляции и токов в лучах (рамке) антенны комплекса
- автоматическое отключение антенны при нарушении изоляции антенны или обрыве антенны.
- проверку работоспособности приемников. В состав комплекса входят устройства периодической или ежедневной проверки работоспособности индивидуальных приемников оповещения.

Структура комплекса



Принцип действия

Управление комплексом осуществляется с пульта, который располагается у диспетчера шахты (рудника) и имеет с передатчиком цифровую связь по выделенному каналу или через информационную сеть предприятия. Передатчик по команде с пульта формирует низкочастотный сигнал, осуществляет его усиление и генерацию в антенну, располагаемую над шахтным полем и/или в подземных выработках. Приемники принимают передаваемый низкочастотный сигнал и преобразуют его в кодовое мигание лампы головного шахтного светильника: 4-кратное мигание - индивидуальный вызов; 8-кратное - сигнал аварии.

Комплекс может передавать произвольные текстовые сообщения, которые воспринимаются приемником и передаются на высокой частоте на

индивидуальные текстовые приемники СУБР-1ТП (шахтерские пейджеры).
Краткие аварийные текстовые сообщения (пункты ПЛА) передаются непосредственно с пульта.

Технические данные

Передающий комплекс

Дальность действия, км, не менее:	
- по глубине	1
- по простиранию шахтного поля	10
Тип антенны	заземленный электрический диполь или рамочная антенна
Несущие частоты «0»/«1», Гц	1066 (1077,6) / 1070 (1068,4)
Вид модуляции	частотная манипуляция
Количество индивидуальных номеров приемников, шт.	2048 (1023 с текстом)
Излучаемая мощность передатчика, кВт, не более	5
КПД, %, не менее	83
Встраиваемый приемник	
Чувствительность, мкА/м, не менее	5
Количество сигналов, принимаемых одним приемником:	
- аварий (Авария 1, Авария 2):	2
- индивидуального вызова (до 2048):	1
- аварийных текстовых сообщений **	508
- произвольных текстовых сообщений ***	нет ограничений
Напряжение питания постоянного тока, В	от аккумуляторной батареи шахтного головного светильника
Габаритные размеры, мм, не более	60×25×15
Количество индивидуальных номеров приемников, шт. *	2048 (1023 с текстом)
Масса, г, не более	70
Примечание. Готовится к выпуску комплекс СУБР-2П, имеющий следующие характеристики:	
* количество номеров для индивидуального вызова, шт	8192
** количество аварийных текстовых сообщений, шт.	508 по 131 символу в каждом;
*** количество символов в произвольном текстовом сообщении, шт.	41.

Задание:

1. Изучить систему позиционирования горнорабочих и транспорта.
2. Предложить систему позиционирования горнорабочих и систему позиционирования транспорта для горного предприятия (предприятие берется из материалов практик или задается преподавателем).

Практическая работа № 9

Организация работ по обеспылеванию рудничного воздуха

Цель работы:

- 1) получить навыки организации работ по обеспыливанию рудничного воздуха;
- 2) изучить комплекс обеспыливающих мероприятий в очистном забое;
- 3) освоить методику расчета противопылевых мероприятий для подготовительной выработки, проводимой проходческими комбайнами по пласту угля с удельным пылевыведением $g_{пл} \geq 90$ г/т;
- 4) определить общий эффект снижения запыленности воздуха при применении выбранного комплекса мероприятий.

1. Организация работ по обеспыливанию рудничного воздуха

В соответствии с «Правилами безопасности в угольных шахтах» в каждой шахте необходимо осуществляться мероприятия по обеспыливанию воздуха.

Проектная документация на строительство новых и реконструкцию действующих шахт (горизонтов), вскрытие и подготовку блоков, панелей, выемочных полей включает раздел, содержащий выбор комплекса мероприятий и обоснование способов обеспыливания рудничного воздуха. Проекты шахт, разрабатывающих пласты, опасные по взрывам пыли, включают раздел по пылевзрывозащите.

В документации по ведению горных работ указывают способы и меры по обеспыливанию рудничного воздуха и пылевзрывозащите.

На шахте должна быть определена возможность воспламенения метана от фрикционного трения резцов исполнительных органов горных машин о горные породы. Фрикционную опасность горных пород определяют для каждого выемочного участка при проведении горных выработок, оконтуривающих выемочный участок, в срок не более одного месяца после

начала их проведения. Фрикционную опасность горных пород до определения ее в горных выработках, проводимых в пределах подготавливаемого выемочного участка, принимают такой же, как и фрикционная опасность горных пород в смежном выемочном участке, при условии, что горные работы по проведению горных выработок в пределах этих выемочных участках ведутся в аналогичных со смежным участком горно-геологических условиях. Решение об определении фрикционной опасности горных пород при проведении горных выработок и отработке выемочных участков в случаях изменения горно-геологических условий принимает технический руководитель (главный инженер) шахты.

Технические устройства, при работе которых образуется пыль, оборудуют средствами пылеподавления.

Параметры работы средств пылеподавления должны соответствовать технической документацией изготовителя технических устройств.

Запрещается эксплуатация выемочных и проходческих технических устройств без систем взрывозащитного орошения на пластах, содержащих фрикционноопасные горные породы.

Давление жидкости на форсунках (оросителях) в системах орошения на погрузочных и перегрузочных пунктах должно быть не менее 0,5 МПа, а давление на форсунках (оросителях) выемочных и проходческих комбайнов должно быть определено проектной документацией.

Необходимость проведения предварительного увлажнения угля в массиве, выбор технологических схем его проведения и параметров нагнетания жидкости в пласт должно быть определено проектной документацией.

Приемные бункера, опрокидыватели, устройства для загрузки и разгрузки скипов оборудуют средствами аспирации и очистки воздуха, устройствами для предотвращения просыпания горной массы и выдувания из нее пыли.

В шахте должен быть организован контроль пылевзрывобезопасности

горных выработок.

Запрещается ведение горных работ при отсутствии или неработающих средствах пылеподавления.

2. Комплекс обеспыливающих мероприятий в очистном забое

В зависимости от величины удельного пылевыделения все производственные процессы разделяются на восемь категорий по пылевому фактору. Значения удельного пылевыделения для производственных процессов различных категорий по пылевому фактору представлены в таблице.

Таблица 1

Категория производственного процесса по пылевому фактору	Значения удельного пылевыделения $g, г/т$
I	До 50
II	50-100
III	100-150
IV	150-250
V	250-400
VI	400-600
VII	600-1000
VIII	Более 1000

Обеспыливающие мероприятия для различных производственных процессов определяются в зависимости от категории их по пылевому фактору. Например, в очистных забоях пластов пологого и наклонного падения при выемке угля комбайном и производственных процессах

I категории по пылевому фактору достаточно ограничиться только оросительной системой комбайна,

а в случае VII–VIII категории пыльности применяется практически весь комплекс обеспыливающих мероприятий:

- предварительное увлажнение угля в массиве,
- оросительную систему комбайна (в отдельных случаях комбайны дополнительно оснащаются пылеотсосом),
- орошение угля при выемке и погрузке его из ниши,

- орошение угля на погрузочном пункте лавы,
- очистка исходящей вентиляционной струи, организацию работ, исключающую нахождение людей в запыленной зоне и др.

Для обеспыливания воздуха в очистном забое при отработке пластов III категории по пылевому фактору применяется комплекс противопылевых мероприятий, включающий:

- предварительное увлажнение угля в массиве;
- орошение при работе комбайна;
- очистка воздуха, исходящего из очистного забоя;
- орошение на погрузочном пункте очистного забоя.

2.1 Предварительное увлажнение угля в массиве через скважины, пробуренные из подготовительных выработок

Для бурения скважин используется буровая установка БЖ45-100Э, позволяющая бурить скважины диаметром 45 мм, длиной до 100 м.

Так как бурение скважин будет осуществляться из вентиляционного и откаточного штреков, длину скважин определим из выражения

$$L_{скв.} = \frac{L_1}{2} - 15, \quad (1)$$

где L_1 – длина очистного забоя, м.

Скважины бурят посередине мощности пласта. Расстояние между скважинами принимается равным 10-30 м, герметизация скважин осуществляется с помощью герметизатора «Таурас».

Количество жидкости $Q_{скв}$ (m^3), которое необходимо подавать в скважину, определяется по формуле:

$$Q_{скв} = \frac{11 \cdot L_{скв} \cdot L_c \cdot \gamma \cdot H \cdot g_1}{1000}, \quad (2)$$

где $L_{скв}$ – длина скважины, м; L_c – расстояние между скважинами, м; γ –

средняя плотность угля, т/м³; H – мощность пласта, м; g_1 – удельный расход жидкости, л/т.

Продолжительность нагнетания жидкости в скважину T_n (ч) определяется из выражения

$$T_n = \frac{Q_{скв}}{g_n}, \quad (3)$$

где $Q_{скв}$ – количество жидкости, нагнетаемое в скважину, м³; g_n – темп нагнетания, м³/ч.

Темп нагнетания принимаем равным производительности насосных установок. Для насосов УНВ-2 – 30 л/мин, УН-35 – 35 л/мин, 2УГНМ – 45 л/мин.

Продолжительность бурения скважины:

$$T_{бур} = \frac{L_{скв}}{V_б}, \quad (4)$$

где $V_б = 7,5$ м/ч – применяемая скорость бурения скважины бурильной установкой БЖ45-100Э.

Расстояние между первой скважиной и плоскостью очистного забоя определим из выражения:

$$L_3 = T \cdot v_0 + 15, \quad (5)$$

где T – продолжительность бурения и нагнетания в нее жидкости, ч;

v_0 – средняя скорость подвигания очистного забоя, м/сут.

$$T = T_{бур} + T_n, \quad (6)$$

$$v_0 = \frac{A_c}{H_k \cdot H \cdot \gamma \cdot L_1}, \quad (7)$$

где A_c – суточная нагрузка на забой, т/сут; H_k – захват комбайна, м.

Для повышения эффективности предварительного увлажнения угля в

массиве к воде необходимо добавить смачиватель ДБ в концентрации 0,2 %.

2.2. Предварительное увлажнение угля в массиве через скважины, пробуренные из очистного забоя

Необходимая длина скважины определяется из выражения:

$$L_{необ.скв.} = L_{Г} + L_{нед}. \quad (8)$$

где $L_{Г}$ – глубина герметизации скважин, м; $L_{нед}$ – недельное подвигание лавы, м.

$$L_{нед} = \frac{6 \cdot A_c}{H_k \cdot H \cdot \gamma \cdot L_1}, \quad (9)$$

где A_c – суточная нагрузка на забой, т/сут; H_k – захват комбайна, м; H – вынимаемая мощность пласта, м; γ – средняя плотность угля, т/м³; L_1 – длина лавы, м.

Количество жидкости Q_c (м³), которое необходимо подать в скважину, определяется по формуле

$$Q_c = \frac{1,1(L_{необ.скв} - L_2)L_c \cdot H \cdot g_1 \cdot \gamma}{1000}, \quad (10)$$

Продолжительность нагнетания жидкости в скважину $T'_н$ (ч) определяется по формуле

$$T'_н = \frac{Q_c}{g_n}, \quad (11)$$

где Q_c – количество жидкости, нагнетаемое в скважину, м³; g_n – темп нагнетания, м³/ч.

2.3. Орошение при работе выемочного комбайна

Расход воды Q_3 (л/мин), используемый для орошения на комбайне, определим из выражения

$$Q_3 = P_k \cdot g_2, \quad (12)$$

где P_k – производительность комбайна, т/мин;

g_2 – удельный расход воды, л/т.

Суточный расход воды на орошение составит

$$Q_{сут} = A_c \cdot g_2, \quad (13)$$

где A_c – суточная добыча угля из забоя, т/сут.

2.4. Обеспыливание на погрузочном пункте очистного забоя

Подавление пыли, образующейся в месте пересыпа угля из забойного конвейера на штрековый, осуществляется с помощью конусных оросителей с углом раствора факела 75° . Для данных условий удельный расход воды должен составлять 5 л/т.

Суточный расход воды $Q_{сут}$ (л) для орошения на погрузочном пункте составит

$$Q_{сут} = A_c \cdot g_4, \quad (14)$$

где A_c – суточная добыча угля из забоя, т/сут; g_4 – удельный расход воды, л/т.

2.5. Обеспыливание вентиляционной струи, исходящей из очистного забоя

Для обеспыливания вентиляционной струи и снижения пылеотложения на вентиляционном штреке в 10-20 м от выхода из очистного забоя устанавливается однорядная водяная завеса.

Расход воды завесой составит

$$Q = \omega \cdot g_3 \quad (15)$$

где ω – количество воздуха, проходящего через очистной забой и водяную завесу, м³/мин; g_3 – удельный расход воды для очистки воздуха от пыли, л/м³.

Применение увлажнения угля в массиве и орошения при работе комбайна позволит обеспечить остаточную запыленность воздуха на уровне

$$C_{ост} = \frac{1000 \cdot g_{пл} \cdot V \cdot 16,7 \cdot K_M \cdot K_n \cdot P_K}{\omega} \cdot K_D \cdot K_V \cdot K_C, \quad (16)$$

где $g_{пл}$ – удельное пылевыведение шахтопласта, г/т; V – скорость движения воздуха в очистном забое, м/с; ω – количество воздуха, проходящего по забою, м³/мин; K_M – показатель приведенной степени измельчения; K_n – показатель, учитывающий изменение удельного пылевыведения в зависимости от компоновки комбайна; K_D – коэффициент, учитывающий верхний предел крупности пыли, ($K_D = 1,34$); K_V – коэффициент, учитывающий влияние скорости движения воздуха (определяется по графику, представленному на рис. 1); K_C – коэффициент, учитывающий наличие обеспыливающих мероприятий:

$$K_C = (1 - \mathcal{E}_1) \cdot (1 - \mathcal{E}_2), \quad (17)$$

где \mathcal{E}_1 – эффективность увлажнения угля в массиве, доли; \mathcal{E}_2 – эффективность орошения на комбайне, доли.

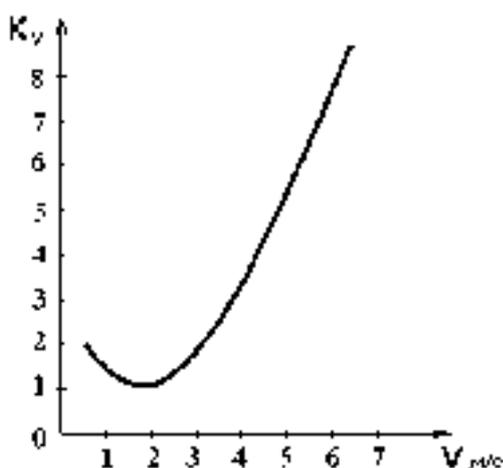


Рис. 1. Зависимость коэффициента K_V от скорости воздуха в очистном забое

3. Комплекс обеспыливающих мероприятий для подготовительной выработки

При проведении подготовительной выработки проходческими комбайнами по пласту угля с удельным пылевыделением $g_{пл} \geq 90$ г/т может быть применен комплекс обеспыливающих мероприятий, включающий:

- увлажнение горного массива с помощью длинных скважин;
- орошение с подачей орошающей жидкости на режущий инструмент;
- пылеотсос с последующим пылеулавливанием;
- очистку исходящей из выработки вентиляционной струи с помощью водяных завес.

3.1. Увлажнение горного массива с помощью длинных скважин

При нагнетании жидкости в забой подготовительной выработки через передовую скважину основными параметрами являются следующие:

- диаметр скважины $d_{скв}$, м;
- длина скважины $L_{скв}$, м;
- радиус увлажнения R , м;
- глубина герметизации скважины $L_{г}$, м;
- давление нагнетания $P_{н}$, кгс/см²;
- расход жидкости на одну скважину $Q_{с}$, м³;
- темп нагнетания $g_{н}$, м³/ч или л/мин;
- продолжительность нагнетания T , ч.

Диаметр скважин $d_{скв}$ определяется в зависимости от длины скважины и длины бурового инструмента, и на практике колеблется в пределах 45-100 мм.

Длина скважины определяется из выражения

$$L_{скв.} = L_{г} + n \cdot L_{нед.}, \quad (18)$$

где $L_{г}$ – глубина герметизации, м; n – количество недель ($n = 1$); $L_{нед}$ – недельное подвигание подготовительного забоя, м.

Подвигание забоя принимается кратным неделе, с таким расчетом, чтобы бурение и нагнетание проводились в нерабочие дни.

Недельное подвигание забоя определяется из расчета, что в неделе 6 рабочих дней, $n_n = 6$, за один рабочий день производится 2 цикла по проходке выработки, $n_d = 2$.

$$L_{\text{нед.}} = n_n \cdot n_d \cdot L_{\text{см.}}, \quad (19)$$

где $L_{\text{см}}$ – подвигание подготовительного забоя за смену, м.

Радиус увлажнения R (м) определяется из выражения

$$R = 2 \cdot h, \quad (20)$$

где h – высота выработки в черне (мощность слоя), м;

Расход жидкости на одну скважину Q_c (м³) равен

$$Q_c = \frac{\pi \cdot R^2 \cdot \gamma \cdot g_1 \cdot L_{\text{скв.}}}{1000}, \quad (21)$$

где γ – объемный вес угля, т/м³; g_1 – удельный расход жидкости, л/т:

$$g_1 = 10 \cdot \Delta W, \quad (22)$$

где ΔW – прирост влаги, %.

Продолжительность нагнетания T (ч) определяется по формуле:

$$T = \frac{Q_c}{60 g_n}, \quad (23)$$

Темп нагнетания g_n принимается равным производительности насосных установок. Для насосов УНВ-2 – $g_n = 30$ л/мин; УН-35 – 35 л/мин; 2УГНМ – 45 л/мин.

3.2. Орошение при работе проходческого комбайна

Расход воды, необходимый для орошения, определяется из выражения:

$$Q_0 = A \cdot g_2, \quad (24)$$

где A – производительность проходческого комбайна, т/мин; g_2 – удельный расход воды. Для проходческих комбайнов $g_2 = 40$ л/т.

Число форсунок в оросительной системе должно быть таким, чтобы их суммарная производительность при требуемом давлении воды была

равна расчетному расходу воды.

При среднем времени работы комбайна, равном за смену 2 ч и при трехсменном режиме работы общий расход воды за сутки составит

$$Q_{\text{общ}} = \frac{3 \cdot 2 \cdot 60 \cdot Q_0}{1000}, \quad (25)$$

3.3. Пылеулавливание при работе проходческого комбайна

Согласно нормативным требованиям проходческие комбайны должны быть оборудованы пылеулавливающими установками, предназначенными для отсоса и последующего улавливания витающей пыли.

Расход воды на пылеулавливание $Q_{\text{общ}}$ рассчитывается из условия рекомендуемого удельного ее расхода:

$$Q_{\text{общ}} = Q_1 \cdot g_3, \quad (26)$$

где g_3 – удельный расход воды на пылеулавливание, л/м³; Q_1 – производительность вентилятора для пылеулавливающей установки, м³/мин. Для вентилятора В-1МП – производительность равна 140 м³/мин, для вентилятора В-2М – производительность равна 200 м³/мин.

Расход воды на пылеулавливание за сутки составит (л/сут):

$$Q_{\text{сут}} = 3 \cdot 2 \cdot 60 \cdot Q_{\text{общ}}, \quad (27)$$

3.4. Обеспыливание воздуха водяной завесой

Очистка от пыли вентиляционного потока воздуха производится с помощью водяной завесы ВЗ-1, устанавливаемой в 40-50 м от забоя и включаемой периодически (в период наибольшего пылеобразования). Завеса подключается к пожарно-оросительному водопроводу.

С учетом того, что водяная завеса будет включаться на 1,5 часа в смену, расход воды на завесу определяется из выражения

$$Q_3 = 3 \cdot 1,5 \cdot 60 \cdot Q_{\text{в}} \cdot g_4, \quad (28)$$

где $Q_{\text{в}}$ – количество воздуха, проходящего в месте установки водяной завесы, м³/мин; g_4 – удельный расход воды на создание водяной завесы, л/м³.

4. Ожидаемый уровень запыленности воздуха в зоне работы комбайна

Общий эффект снижения запыленности воздуха при применении выбранного комплекса мероприятий рассчитывается по следующей зависимости:

$$\mathcal{E} = 1 - (1 - \mathcal{E}_1) \cdot (1 - \mathcal{E}_2) \cdot (1 - \mathcal{E}_3), \quad (29)$$

где \mathcal{E} – общий эффект снижения запыленности воздуха; $\mathcal{E}_1 = 0,6$ – эффективность пылеподавления при предварительном увлажнении; $\mathcal{E}_2 = 0,8$ – эффективность пылеподавления при орошении; $\mathcal{E}_3 = 0,7$ – эффективность пылеотсоса.

Остаточная запыленность $C_{\text{ост}}$ рассчитывается из выражения

$$C_{\text{ост}} = C_{\text{нач}} - C_{\text{нач}} \cdot \mathcal{E}, \quad (30)$$

где $C_{\text{нач}}$ – начальная концентрация пыли, мг/м³.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Задача 1

Используя исходные данные (табл. 2) необходимо рассчитать параметры противопыльных мероприятий для очистного забоя, используя формулы (1-17) (см. с. 102-106).

Полученные значения свести в таблицу (табл. 3).

Предельно допустимая концентрация (ПДК) для угольной пыли на рабочих местах – 10 мг/м³.

Если остаточная запыленность превышает уровень предельно допустимых концентраций необходимо планировать применение противопылевых респираторов.

Таблица 2

Исходные данные для расчетов

№	Параметры	Усл. обоз.	Варианты									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Длина очистного забоя, м	L_1	200	200	200	190	190	190	175	175	180	180
2	Расстояние между скважинами, м	L_c	25	23	20	26	25	25	30	25	26	25
3	Средняя плотность угля, т/м ³	γ	1,71	1,71	1,71	1,37	1,37	1,35	1,3	1,37	1,71	1,71
4	Мощность пласта, м	H	1,8	1,7	1,9	1,4	1,3	1,0	0,8	0,9	1,0	1,1
5	Удельный расход жидкости при нагнетании воды в пласт, л/т	g_1	20	20	15	25	25	15	18	18	25	25
6	Суточная нагрузка на забой, т/сут	A_c	900	800	900	750	750	650	650	650	650	650
7	Захват комбайна, м	H_k	0,63	0,63	0,8	0,63	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
8	Производительность комбайна, т/мин	P_k	3,5	3,5	1,7	3,0	1,7	1,7	1,2	1,2	1,2	1,2
9	Тип насосной установки	–	УНВ-2		УН-35		2ГНУМ		УНВ-2			
10	Удельный расход жидкости при орошении на комбайне, л/т	g_2	30	30	30	25	30	25	25	30	25	30
11	Удельное пылевыведение шахтопласта, г/т	$g_{пл}$	140	140	130	130	140	120	125	130	130	150
12	Глубина герметизации скважин, м	L_T	5,5	5,5	6,0	6,5	6,5	6,0	6,0	6,0	6,5	6,5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
13	Количество воздуха, проходящего по забою, м ³ /мин	ω	900	900	800	600	700	700	500	500	400	500
14	Скорость движения воздуха в очистном забое, м/с	V	1,8	1,8	1,8	1,9	1,9	1,9	1,7	1,8	1,9	1,5
15	Показатель приведенной степени измельчения	K_m	0,034	0,05	0,039	0,055	0,065	0,07	0,095	0,09	0,08	0,07
16	Показатель, учитывающий изменение удельного пылевыведения	$K_{\text{п}}$	1,1	1,1	1,1	1,1	2,1	1,5	1,4	1,4	1,4	1,4
17	Удельный расход воды для очистки воздуха от пыли, л/м ³ воздуха	g_3	0,05	0,06	0,07	0,068	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06
18	Удельный расход воды на погрузочном пункте, л/т	g_4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
19	Эффективность увлажнения угля в массиве, в долях	Э_1	0,5	0,51	0,52	0,53	0,54	0,55	0,56	0,57	0,58	0,59
20	Эффективность орошения на комбайне, в долях	Э_2	0,83	0,84	0,83	0,84	0,84	0,83	0,84	0,83	0,84	0,83

Таблица 3

№ п/п	Параметры	Условные-обозначения	Числовые значения
1	Длина очистного забоя	$L_1, \text{ м}$	
2	Длина скважины	$L_{\text{СКВ}}, \text{ м}$	
3	Расстояние между скважинами	$L_c, \text{ м}$	
4	Средняя плотность угля	$\gamma, \text{ т/м}^3$	
5	Мощность пласта	$H, \text{ м}$	
6	Удельный расход жидкости	$g_1, \text{ л/т}$	
7	Количество жидкости	$Q_{\text{СКВ}}, \text{ м}^3$	
8	Тип насоса	–	
9	Темп нагнетания	$g_n, \text{ м}^3/\text{ч}$	
10	Продолжительность нагнетания жидкости в скважину	$T_n, \text{ ч}$	
11	Продолжительность бурения скважины	$T_{\text{бур}}, \text{ ч}$	
12	Продолжительность бурения и нагнетания в нее жидкости	$T, \text{ ч}$	
13	Суточная нагрузка на забой	$A_c, \text{ т}$	
14	Захват комбайна	$H_k, \text{ м}$	
15	Средняя скорость подвигания очистного забоя	$v_0, \text{ м/сут}$	
16	Расстояние между первой скважиной и плоскостью очистного забоя	$L_3, \text{ м}$	
17	Глубина герметизации скважин	$L_{\Gamma}, \text{ м}$	
18	Недельное подвигание лавы	$L_{\text{нед}}, \text{ м}$	
19	Необходимая длина скважины	$L_{\text{необ.скв}}, \text{ м}$	
20	Необходимое количество жидкости	$Q_c, \text{ м}^3$	
21	Продолжительность нагнетания жидкости в скважину	$T'_n, \text{ ч}$	
22	Производительность комбайна	$P_k, \text{ т/мин}$	
23	Удельный расход воды	$g_2, \text{ л/т}$	
24	Расход воды, используемый для орошения на комбайне	$Q_3, \text{ л/мин}$	
25	Суточный расход воды на орошение	$Q_{\text{сут}}, \text{ л/сут}$	
26	Удельное пылевыведение шахтопласта	$g_{\text{пл}}, \text{ г/т}$	
27	Скорость движения воздуха в очистном забое	$V, \text{ м/с}$	
28	Количество воздуха, проходящего по забою	$\omega, \text{ м}^3/\text{мин}$	

№ п/п	Параметры	Условные-обозначения	Числовые значения
29	Показатель приведенной степени измельчения	K_m	
30	Показатель, учитывающий изменение удельного пылевыведения в зависимости от компоновки комбайна	K_{Π}	
31	Коэффициент, учитывающий верхний предел крупности пыли	K_d	
32	Коэффициент, учитывающий влияние скорости движения воздуха	K_v	
33	Эффективность увлажнения угля в массиве	\mathcal{E}_1 , в долях	
34	Эффективность орошения на комбайне	\mathcal{E}_2 , в долях	
35	Коэффициент, учитывающий наличие обеспыливающих мероприятий	K_c	
36	Остаточная запыленность	$C_{ост}$, мг/м ³	
37	Удельный расход воды для очистки воздуха от пыли	g_3 , л/м ³	
38	Расход воды завесой	Q , л/мин	
39	Удельный расход воды	g_4 , л/т	
40	Суточный расход воды	$Q_{сут}$, л	

Задача 2

Используя исходные данные (табл. 4) необходимо рассчитать параметры противопыльных мероприятий для подготовительной выработки, проводимой проходческими комбайнами по пласту угля с удельным пылевыведением $g_{\text{пл}} \geq 90$ г/т, используя формулы (18-30), (см. с. 107-109).

Полученные значения свести в таблицу (табл. 5).

Предельно допустимая концентрация (ПДК) для угольной пыли на рабочих местах – 10 мг/м³.

Если остаточная запыленность превышает уровень предельно допустимых концентраций необходимо планировать применение противопылевых респираторов.

Таблица 4

Исходные данные для расчетов

№	Параметры	Усл. обоз.	Варианты									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Глубина герметизации, м	L_{Γ}	3	3	3,5	3,5	3,0	3,0	3,5	3,5	3	3
2	Подвигание подготовительного забоя за смену, м	$L_{см}$	2,3	2,3	2,4	2,5	2,6	2,5	2,4	2,2	2,2	2,2
3	Высота увлажняемого слоя (мощность угольного пласта), м	h	1,2	1,3	1,4	1,2	1,3	1,4	1,2	1,3	1,4	1,2
4	Объемный вес угля, т/м ³	γ	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
5	Прирост влаги, %	ΔW	2,0	2,0	2,5	2,5	2,0	2,0	2,5	2,5	2,0	2,0
6	Производительность проходческого комбайна, т/мин	A	1,8	1,8	1,8	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
7	Тип насоса		УНВ-2				УН-35			2УГНМ		
8	Удельный расход воды на пылеулавливание, л/м ³	g_3	0,2	0,18	0,17	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11	0,1
9	Тип вентилятора для пылеулавливающей установки		В-1МП					В-2М				
10	Количество воздуха, проходящего через водяную завесу, м ³ /мин	$Q_{в}$	200	250	300	350	400	400	400	450	500	500
11	Удельный расход воды на создание завесы, л/м ³	g_4	0,1	0,05	0,09	0,06	0,08	0,08	0,08	0,06	0,09	0,09
12	Начальная концентрация пыли, мг/м ³	$C_{нач}$	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300	2400

Таблица 5

№ п/п	Параметры	Условные обозначения	Числовые значения
1	Диаметр скважины	$d_{\text{скв}}$, м	
2	Глубина герметизации скважины	L_{Γ} , м	
3	Подвигание подготовительного забоя за смену	$L_{\text{см}}$, м	
4	Недельное подвигание подготовительного забоя	$L_{\text{нед}}$, м	
5	Длина скважины	$L_{\text{скв}}$, м	
6	Радиус увлажнения	R , м	
7	Высота выработки вчерне	h , м	
8	Объемный вес угля	γ , т/м ³	
9	Прирост влаги	ΔW , %	
10	Темп нагнетания	$g_{\text{н}}$, л/мин	
11	Тип насоса	–	
12	Расход жидкости на одну скважину	$Q_{\text{с}}$, м ³	
13	Продолжительность нагнетания	T , ч	
14	Производительность проходческого комбайна	A , т/мин	
15	Расход воды, необходимый для орошения	Q_0 , л/мин	
16	Общий расход воды	$Q_{\text{общ}}$, м ³ /сут	
17	Удельный расход воды на пылеулавливание	g_3 , л/м ³	
18	Тип вентилятора для пылеулавливающей установки	–	
19	Производительность вентилятора для пылеулавливающей установки	Q_1 , м ³ /мин	
20	Расход воды на пылеулавливание за сутки	$Q_{\text{сут}}$, л/сут	
21	Количество воздуха, проходящего через водяную завесу	$Q_{\text{в}}$, м ³ /мин	
22	Удельный расход воды на создание завесы	g_4 , л/м ³	
23	Расход воды на завесу	Q_3 , л/ч	
24	Общий эффект снижения запыленности воздуха	Э	
25	Начальная концентрация	$C_{\text{нач}}$, мг/м ³	
26	Остаточная запыленность	$C_{\text{ост}}$, мг/м ³	

Практическая работа № 10

Организация мероприятий по предупреждению и локализации взрывов пылегазовоздушных смесей

Цель работы: получить навыки по организации работ по предупреждению и локализации взрывов.

Порядок выполнения работы

- 1) изучить методические указания и оформить отчет;
- 2) провести проверку остаточных знаний, отвечая на контрольные вопросы

1. Пылевзрывобезопасность при разработке пластов, опасных по взрывам угольной пыли

В соответствии с *«Правилами безопасности в угольных шахтах» (утверждены Приказом Ростехнадзора от 19.11.2013 № 50)* к опасным по взрывам угольной пыли относят пласты с выходом летучих веществ угля 15 % и более, а также пласты угля (кроме антрацитов) с меньшим выходом летучих веществ, взрывчатость пыли которых установлена при проведении лабораторных исследований и испытаний угольной пыли на взрывчатость.

Нижний предел взрываемости отложившейся угольной пыли и норму осланцевания определяют для каждого шахтопласта.

В шахтах, разрабатывающих пласты, опасные по взрывам угольной пыли, для локализации и предупреждения взрывов угольной пыли применяют сланцевую пылевзрывозащиту и (или) гидропылевзрывозащиту и (или) комбинированную пылевзрывозащиту. Применяемые в шахтах способы и средства по предупреждению и локализации взрывов угольной пыли должны быть обоснованы проектной документацией.

В горных выработках шахты устанавливают средства взрывозащиты, обеспечивающие локализацию взрывов. Установку средств взрывозащиты

в горных выработках шахты определяет технический руководитель (главный инженер) шахты в соответствии с Федеральными нормами и правилами в области промышленной безопасности *«Инструкция по локализации и предупреждению взрывов пылегазовоздушных смесей в угольных шахтах»*.

Порядок контроля средств взрывозащиты, пылевзрывобезопасности и выполнения мероприятий по предупреждению взрывов угольной пыли устанавливает технический руководитель (главный инженер) шахты.

Средства локализации взрывов метана и угольной пыли с указанием их типа наносят на схему вентиляции шахты.

В шахтах, разрабатывающих опасные и не опасные по взрывам угольной пыли пласты, в горных выработках шахт, соединяющих опасные и неопасные пласты, осуществляют мероприятия по предупреждению и локализации взрывов угольной пыли.

При выявлении фактов нахождения горных выработок шахты в пылевзрывоопасном состоянии горные работы в этих горных выработках прекращают. Технический руководитель (главный инженер) шахты до возобновления горных работ в этих горных выработках принимает меры, обеспечивающие приведение их в пылевзрывобезопасное состояние.

Не допускается ведение работ в горных выработках, в которых не обеспечена пылевзрывозащита.

Инструкция содержит порядок:

- применения способов и средств локализации и предупреждения взрывов пылегазовоздушных смесей в угольных шахтах;
- контроля состояния взрыволокализирующих заслонов и средств предупреждения взрывов пылегазовоздушных смесей в горных выработках.

Стадии развития взрыва пылегазовоздушных смесей в горных выработках приведены в *приложении 1*.

Для угольных шахт, разрабатывающих пласты, опасные по взрывам

пыли, проект строительства, реконструкции и технического перевооружения шахты содержит раздел «Пылевзрывозащита шахты». В разделе «Пылевзрывозащита шахты» приводятся способы и средства локализации и предупреждения взрывов пылегазовоздушных смесей, применяемые на шахте.

В паспорт выемочного участка, проведения и крепления горных выработок в соответствии с разделом «Пылевзрывозащита шахты» проекта шахты включается схема установки в горных выработках средств локализации и предупреждения взрывов пылегазовоздушных смесей на период проведения подготовительных выработок и отработки выемочного участка.

Схема установки в горных выработках средств локализации и предупреждения взрывов пылегазовоздушных смесей утверждается техническим руководителем (главным инженером) шахты.

Оборудование и технические устройства, предназначенные для локализации и предупреждения взрывов пылегазовоздушных смесей, должны иметь разрешение на применение на опасном производственном объекте и техническую документацию согласно *Правилам применения технических устройств на опасных производственных объектах, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации.*

Контроль состояния средств локализации и предупреждения взрывов пылегазовоздушных смесей осуществляют специалисты участка аэрологической безопасности и специалисты технологических участков. Руководитель (директор) шахты определяет порядок осуществления вышеуказанного контроля.

2. Способы и средства локализации и предупреждения взрывов пылегазовоздушных смесей

На шахтах для локализации взрывов пылегазовоздушных смесей применяются *пассивный* и *автоматический* способы локализации взрывов пылегазовоздушных смесей.

В зависимости от применяемого способа локализации в горных выработках шахт устанавливаются пассивные средства локализации и автоматические средства локализации взрывов – взрыволокализирующие заслоны.

К *пассивным средствам* локализации относятся сланцевые и водяные заслоны.

К *автоматическим средствам* локализации взрывов относятся автоматические системы локализации взрывов (АСЛВ).

АСЛВ устанавливаются для локализации взрывов и взрывоподавления.

На шахтах для предупреждения взрывов пылегазовоздушных смесей используются автоматические средства предупреждения взрывов пылегазовоздушных смесей (АСПВ):

- автоматические водяные завесы (АВЗ);
- системы локализации вспышек автоматические (СЛВА).

2.1. Порядок применения сланцевых заслонов

Сланцевые заслоны устанавливаются из ряда монтируемых под кровлей поперек выработок легкопрокидываемых полок с инертной пылью. Полки сланцевого заслона выполняются жесткой конструкции или свободнолежащим настилом. Ширина полок сланцевого заслона жесткой конструкции должна быть в пределах 250-500 мм, а при свободнолежащем настиле – 600-800 мм.

Полки сланцевого заслона жесткой конструкции устанавливаются в выработках площадью сечения до 10 м². Полки со свободнолежащим настилом устанавливаются в выработках сечением более 7 м². Рекомендуемые схемы установки сланцевых заслонов в сечении горных выработок, закрепленных различными видами крепи, приведены в *приложении 2*.

При установке полок сланцевого заслона обеспечивается расстояние:

- от кровли выработки до верхней части полки не менее 200 мм и не более 300 мм;

– между полками не менее их ширины.

В выработках, оборудованных вентиляционным ставом, полки сланцевого заслона устанавливаются не более чем на 100 мм от вентиляционного става. Сланцевый заслон монтируется длиной не менее 20 м. Количество инертной пыли в сланцевых заслонах определяется из расчета 400 кг на 1 м² сечения горной выработки в свету в месте установки заслона. Сланцевые заслоны устанавливаются в наклонных подземных горных выработках с углом наклона до 18°.

Для сланцевых заслонов применяется инертная пыль, показатели качества которой соответствуют показателям качества инертной пыли, приведенным в *приложении 3*. Качество инертной пыли указывается производителем (поставщиком) при каждом поступлении инертной пыли на шахту.

2.2. Порядок применения водяных заслонов

Водяные заслоны устанавливаются из ряда монтируемых под кровлей поперек выработки полок с размещенными на них жесткими сосудами или из пленочных сосудов, изготовленных из полимерных материалов (водяные карманы).

Полки для размещения сосудов устанавливаются шириной не менее 150 мм. Сосуды и водяные карманы имеют объем не более 80 л. В сосуды водяного заслона и водяные карманы заливается вода, водные растворы или другие огнетушащие жидкости. Количество огнетушащей жидкости в водяных заслонах определяется из расчета 440 л на 1 м² поперечного сечения горной выработки в свету в месте установки заслона.

Сосуды на полках устанавливаются в два и более ряда. Сосуды на соседних полках устанавливаются таким образом, чтобы промежутки между сосудами, установленными на одной полке, были перекрыты сосудами, установленными на соседней полке. При этом сосудами, установленными на каждой полке, должно быть перекрыто не менее 50 % ширины горной выработки.

Водяной заслон поддерживается подвесками в горизонтальном положении. Расстояние между подвесками принимается не более 2,5 м. При испарении воды из сосудов водяного заслона принимаются меры по снижению интенсивности испарения.

Водяные карманы подвешиваются на несущие конструкции, смонтированные под кровлей выработки, или на несущие конструкции, смонтированные на боках выработки. Несущие конструкции на боках выработки монтируются в шахматном порядке.

Водяные заслоны из водяных карманов устанавливаются на участках выработок со сплошной затяжкой крепи кровли выработки. Водяные карманы защищаются от механических повреждений. Полки водяного заслона устанавливаются таким образом, чтобы расстояние от кровли выработки до верха размещенного на них жесткого сосуда было не менее 100 мм и не более 300 мм.

Водяные карманы под кровлей выработки монтируются на расстоянии 100-300 мм от кровли горной выработки. Верхний ряд водяных карманов на боках выработки монтируется на расстоянии от кровли 100-300 мм. Полки с сосудами и несущие конструкции водяных карманов устанавливаются на расстоянии не менее 500 мм друг от друга. Водяной заслон монтируется длиной не менее 30 м.

Рекомендуемые схемы установки водяных заслонов из сосудов в сечении горных выработок, закрепленных различными видами крепи, приведены в *приложении 4*.

Рекомендуемые схемы установки водяного заслона из водяных карманов приведены в *приложении 5*.

2.3. Порядок применения автоматических систем локализации взры-

вов

АСЛВ устанавливаются под кровлей выработки таким образом, чтобы устройство, формирующее сигнал о взрыве (извещатель), находилось со

стороны локализуемого взрыва. АСЛВ крепятся к специально установленным анкерам или к элементам крепи. Рекомендуемая схема установки АСЛВ приведена в *приложении 6*. На одном участке выработки устанавливается одна или несколько АСЛВ. Установленные АСЛВ обеспечивают необходимую концентрацию огнетушащего вещества на участке их установки. Инерционность срабатывания АСЛВ не более 50 мс.

В АСЛВ применяются огнетушащие вещества: жидкости, пены, газы, порошки, аэрозоли. Техническое обслуживание АСЛВ проводится в соответствии с их технической документацией.

2.4. Порядок оснащения горных выработок заслонами

На шахтах, отрабатывающих опасные и безопасные по взрывам пыли пласты, заслоны устанавливаются в выработках, пройденных на опасный пласт с неопасного. Заслоны устанавливаются на прямолинейных участках выработок с постоянным сечением. Образовавшиеся при проведении горной выработки пустоты за элементами крепи на участке установки заслона закладываются негорючими материалами. Заслон в горной выработке устанавливается таким образом, чтобы он не создавал препятствий и помех для передвигающихся по выработке людей и шахтного транспорта.

Заслонами локализуются взрывы пылегазовоздушных смесей:

– в подготовительных выработках, проводимых по углю или по углю и породе;

– в очистных выработках;

– в конвейерных выработках;

– в крыльях шахтного поля по каждому пласту;

– на пожарных участках;

– в складах взрывчатых материалов и раздаточных камерах;

– в газодренажных выработках.

Для локализации взрывов пылегазовоздушных смесей в подготови-

тельной выработке, проводимой по углю или по углю и породе, длиной менее 40 м в сопряженных с ней выработках устанавливаются заслоны на расстоянии от сопряжения 60-70 м для сланцевых заслонов или АСЛВ и 75-85 м для водяных заслонов.

В подготовительной выработке, проводимой по углю или по углю и породе, длиной 40-50 м заслоны устанавливаются в подготовительной выработке на расстоянии 30-40 м от забоя.

Заслоны устанавливаются по всей длине выработки, проводимой по углю или по углю и породе, не более чем через 300 м для сланцевых заслонов и АСЛВ и не более чем через 250 м для водяных заслонов. Сланцевые заслоны и АСЛВ устанавливаются не ближе 60 м от забоя подготовительной выработки, водяные – 75 м.

Для локализации взрыва в очистной выработке заслоны устанавливаются в конвейерной и вентиляционной выработках на расстоянии не менее 40 м и не более 300 м от их сопряжения с очистной выработкой. В конвейерной и вентиляционной выработках заслоны устанавливаются у сопряжений данных выработок с бремсбергами, уклонами, квершлагами на расстоянии 60-70 м для сланцевых заслонов и АСЛВ и 75-85 м для водяных заслонов. В конвейерной и вентиляционной выработках, у сопряжений данных выработок с бремсбергами, уклонами, квершлагами устанавливаются две АСЛВ. Извещатель одной АСЛВ направлен в сторону сопряжения с очистной выработкой, другой – в сторону сопряжения с бремсбергом, уклоном, квершлагом.

В выработках, оборудованных ленточными конвейерами, сланцевые заслоны или АСЛВ устанавливаются не более чем через 300 м, водяные – не более чем через 250 м. В выработках, оборудованных ленточными конвейерами, по которым транспортируется только порода, заслоны не устанавливаются.

Заслоны устанавливаются в горных выработках выемочного участка,

шахтопласта, крыла, панели, блока и горизонта на расстоянии не менее 60 м и не более 300 м для сланцевых заслонов и АСЛВ и не менее 75 м и не более 250 м для водяных заслонов от границ вышеуказанных участков шахтного поля. Заслоны устанавливаются в выработках, по которым возможен доступ к изолирующим пожарный участок перемычкам. Заслоны устанавливаются на расстоянии не менее 60 м и не более 300 м для сланцевых заслонов и АСЛВ и не менее 75 м и не более 250 м для водяных заслонов от изолирующих пожарный участок перемычек.

Заслоны устанавливаются в выработках, сопряженных с выходами из склада ВМ на расстоянии от них не менее 60-70 м для сланцевых заслонов и АСЛВ и менее 75-8 м для водяных заслонов. Заслоны устанавливаются в действующих выработках на расстоянии для сланцевых заслонов и АСЛВ 60-70 м и для водяных заслонов – 75-85 м от смесительных камер. Рекомендуемые схемы установки взрыволокализирующих заслонов приведены в *приложении 7*.

2.5. Порядок применения автоматических средств предупреждения взрывов пылегазовоздушных смесей

АВЗ обеспечивает включение (отключение) водяной завесы автоматически при получении сигнала о взрыве, сформированного извещателем или в ручном режиме. Элементы АВЗ крепятся к кровле, почве и бортам выработки, подключаются к пожарно-оросительному трубопроводу, к рабочему и резервному электроснабжению. Рекомендуемая блок-схема подключения АВЗ приведена в *приложении 8*.

В системе локализации вспышек автоматических (СЛВА) применяются огнетушащие вещества. СЛВА обеспечивает выброс огнетушащего вещества при получении сигнала о взрыве, сформированного извещателем. СЛВА и извещатели располагаются на расстоянии от возможного очага вспышки в соответствии с технической документацией производителя. Рекомендуемые схемы установки СЛВА в горных выработках приведены в

приложении 9.

2.6. Контроль состояния заслонов автоматических средств предупреждения взрывов

Рекомендуемые образцы актов сдачи в эксплуатацию заслонов приведены в *приложении 10.*

При проведении контроля состояния заслонов проверяется:

- правильность установки заслонов;
- соответствие размеров элементов сланцевого заслона требуемым размерам;
- число и исправность полок, несущих конструкций заслонов;
- наличие на полках необходимого количества воды или инертной пыли;
- возможность дальнейшего использования сосудов, водяных карманов и инертной пыли.

АСЛВ проверяются в соответствии с их технической документацией.

Возможность дальнейшего использования инертной пыли определяется по ее слеживаемости. Инертная пыль является слежавшейся, если при сжатии в руке она не рассыпается. Слежавшаяся инертная пыль в сланцевом заслоне заменяется.

Порядок проведения контроля качества инертной пыли в сланцевых заслонах определяет технический руководитель (главный инженер) шахты. Качество инертной пыли, применяемой в сланцевом заслоне, контролируется 1 раз в квартал.

Результаты контроля состояния заслонов фиксируются на аншлаге заслона, установленном у каждого заслона, и в журнале по обслуживанию автоматического и пассивного заслона. Рекомендуемые образцы рабочего журнала по обслуживанию автоматического и пассивного заслона и аншлага заслона приведены в *приложении 11.*

Контроль состояния заслонов специалистами технологического

участка, в ведении которых они находятся, проводится ежемесячно, специалистами участка АБ – не реже одного раза в сутки.

Контроль АСПВ включает следующие проверки:

- правильность установки и технический осмотр элементов АСПВ;
- давление воды в пожарно-оросительном трубопроводе и в АСПВ;
- включение и отключение АСПВ.
- АСПВ проверяются в соответствии с их технической документацией.

Контроль состояния АСПВ специалистами технологического участка, в ведении которых они находятся, проводится ежемесячно, специалистами участка АБ – не реже одного раза в сутки.

Приложение 1

	Стадии развития взрыва пылегазовоздушных смесей в горных выработках угольных шахт							
	Горение	Вспышка	Балансирующие взрывы	Слабые взрывы в начальной стадии их развития	Слабые взрывы	Сильные взрывы в начальной стадии их развития	Сильные взрывы	Детонационный взрыв
Характер протекания	Свободное горение в ограниченном объеме	Медленное распространение в ограниченном объеме	Вялое распространение с остановками	Распространение со скачками скорости	Распространение со скачками скорости	Бурное распространение	Бурное распространение с ускорением	Очень бурное распространение с предельной скоростью
Избыточное давление на фронте ударно-воздушной волны, МПа	< 0,01	0,01 – 0,02	0,02 – 0,06	0,06 – 0,15	0,15 – 0,3	0,3 – 0,65	0,65 – 1,70	> 1,70
Скорость распространения ударно-воздушной волны, м/с	0	< 367	< 416	416 – 500	500 – 635	635 – 1000	1000 – 1500	1500 – 2500
Скорость распространения фронта пламени, м/с	< 1	1 – 40	40 – 100	100 – 250	250 – 340	340 – 660	660 – 1000	1000 – 2500

СХЕМЫ
УСТАНОВКИ СЛАНЦЕВЫХ ЗАСЛОНОВ В СЕЧЕНИИ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК,
ЗАКРЕПЛЕННЫХ РАЗЛИЧНЫМИ ВИДАМИ КРЕПИ

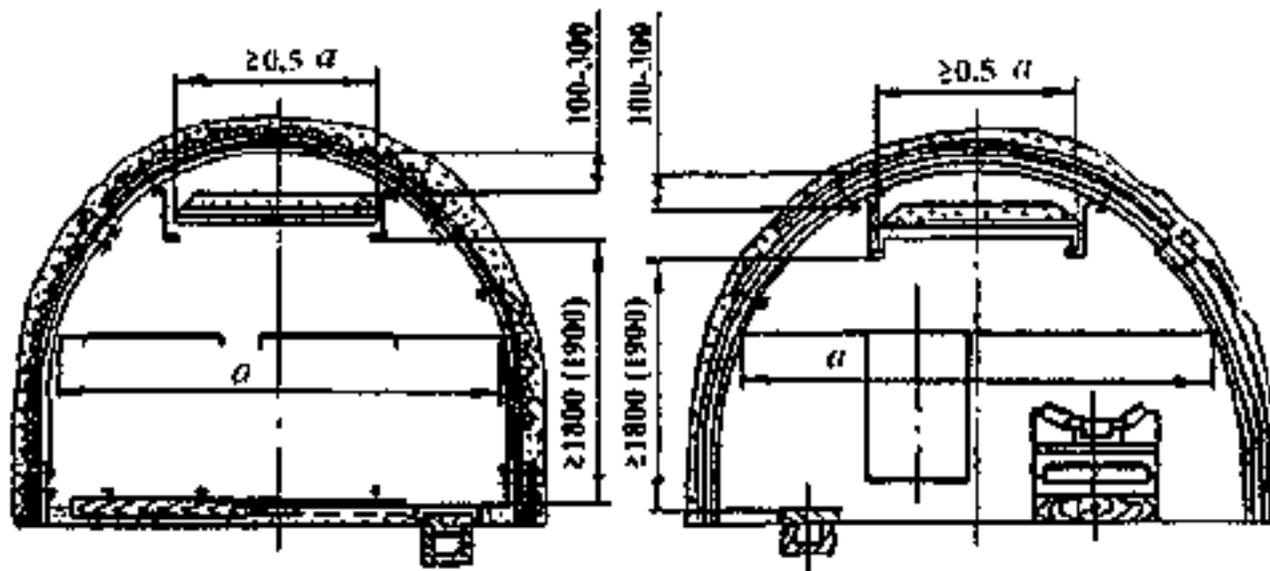


Рис. 1. Схема установки сланцевых заслонов в выработках, закрепленных металлической арочной крепью из специального профиля

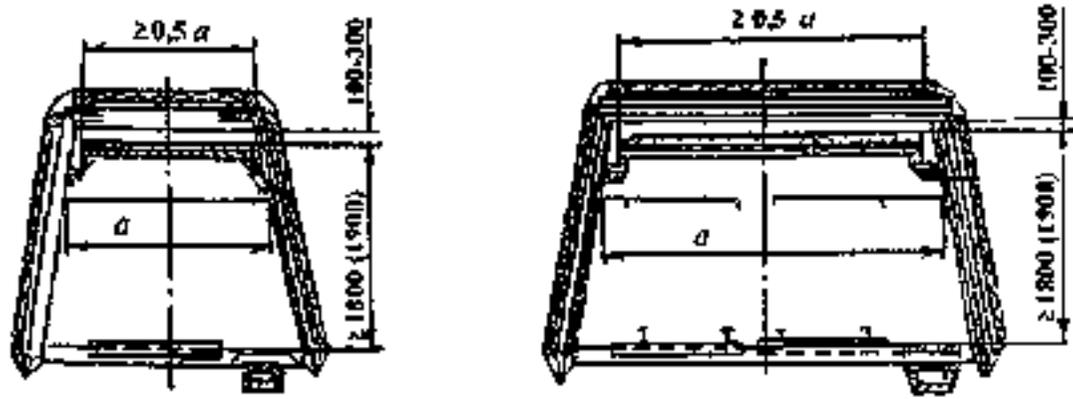


Рис. 2. Схема установки сланцевых заслонов в выработках, закрепленных деревянной крепью

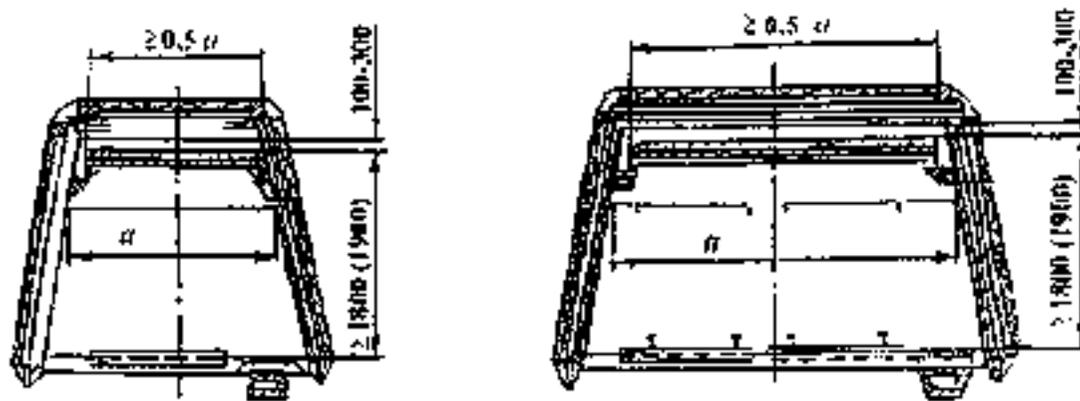


Рис. 3. Схема установки сланцевых заслонов в выработках, закрепленных железобетонными стойками и шарнирно-подвесными верхняками

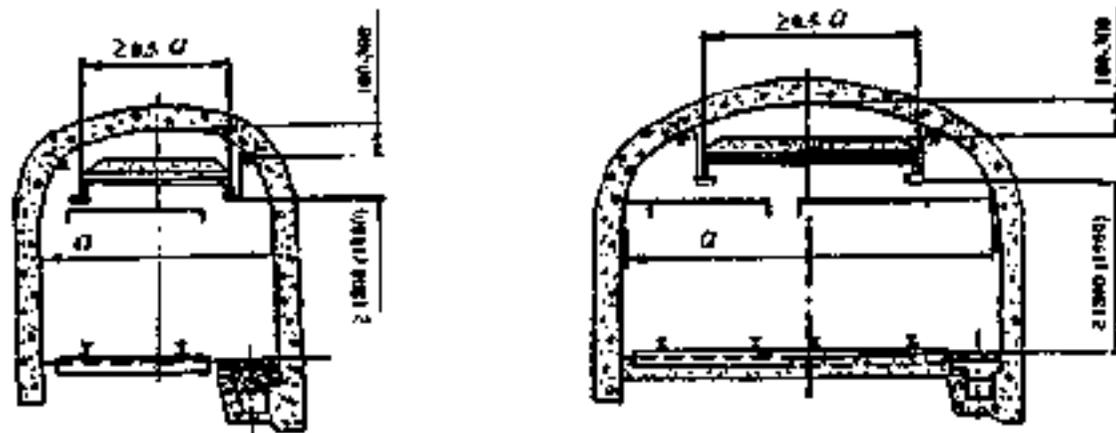


Рис. 4. Схема установки сланцевых заслонов в выработках, закрепленных бетонной крепью

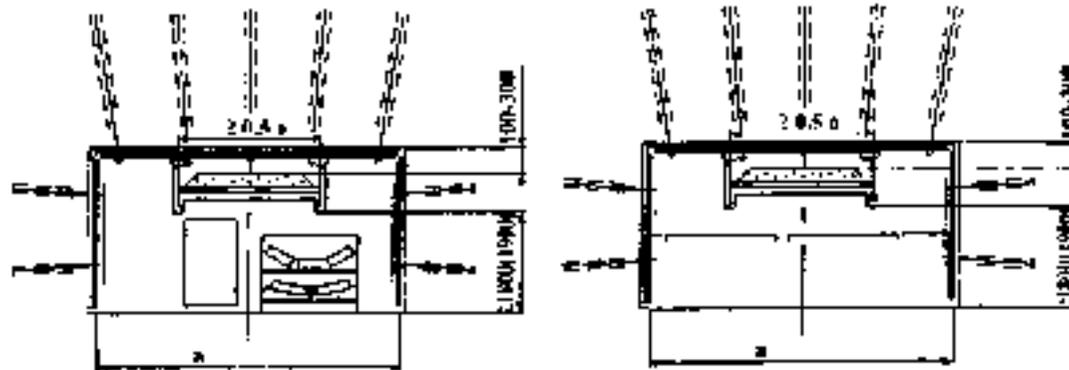


Рис. 5. Схема установки сланцевых заслонов в выработках, закрепленных анкерами

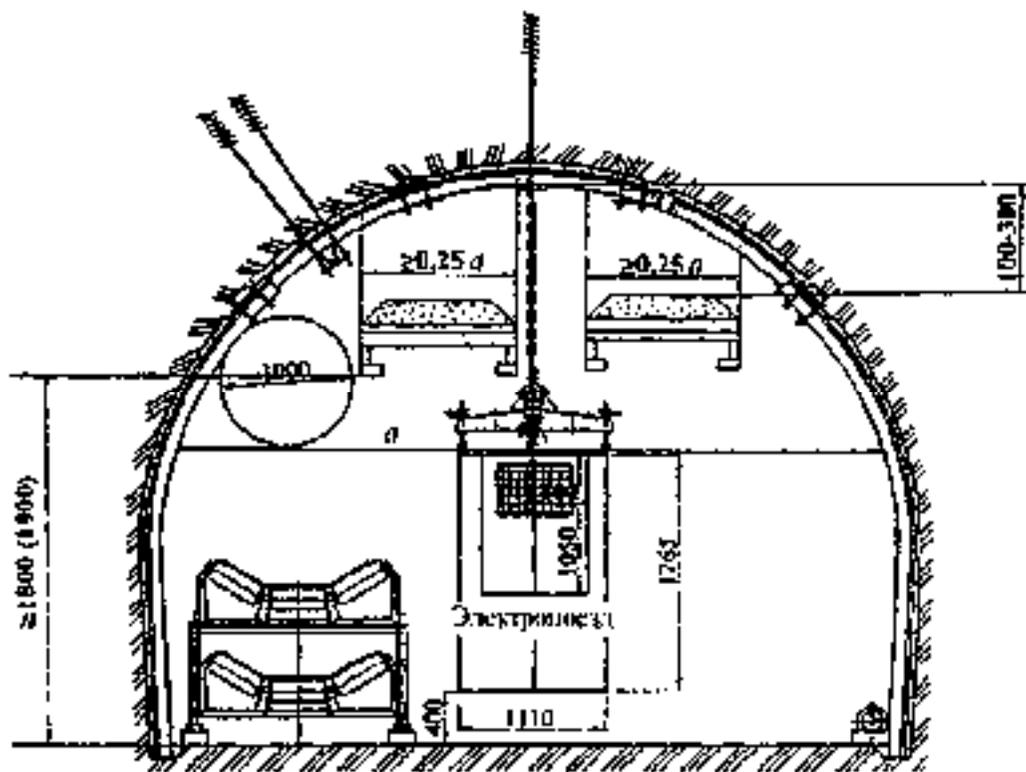


Рис. 6. Схема установки сланцевых заслонов в выработке сечением не менее $19,2 \text{ м}^2$, закрепленной металлической арочной крепью из специального профиля и оборудованной ленточным конвейером и монорельсовым транспортом

Приложение 3

ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ИНЕРТНОЙ ПЫЛИ

№ п/п	Наименование показателя	Показатель
1	Массовая доля оксида кальция, %	Не менее 51,0
2	Массовая доля оксида магния, %	Не более 2,5
3	Массовая доля суммы полуторных оксидов железа и алюминия, %	Не более 5,0
4	Массовая доля диоксида кремния, %	Не более 3,0
5	Массовая доля фосфора, %	Не более 0,06
6	Массовая доля мышьяка, %	Не более 0,003
7	Массовая доля влаги, %	Не более 1,0
8	Массовая доля горючих веществ, %	Не более 0,5
9	Гранулометрический состав, %: остаток на сите 016 остаток на сите 0063	Не более 15,0 Не более 50,0
10	Степень гидрофобизации: удовлетворительная высокая	0,3 0,5
11	Горючесть	Группа негорючих материалов
12	Коэффициент теплопроводности, Вт/м×К	0,45 – 1,00
13	Взвешиваемость в воздухе, %: удовлетворительная средняя	Не менее 70 50–70

СХЕМЫ
УСТАНОВКИ ВОДЯНЫХ ЗАСЛОНОВ ИЗ СОСУДОВ
В СЕЧЕНИИ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК,
ЗАКРЕПЛЕННЫХ РАЗЛИЧНЫМИ ВИДАМИ КРЕПИ

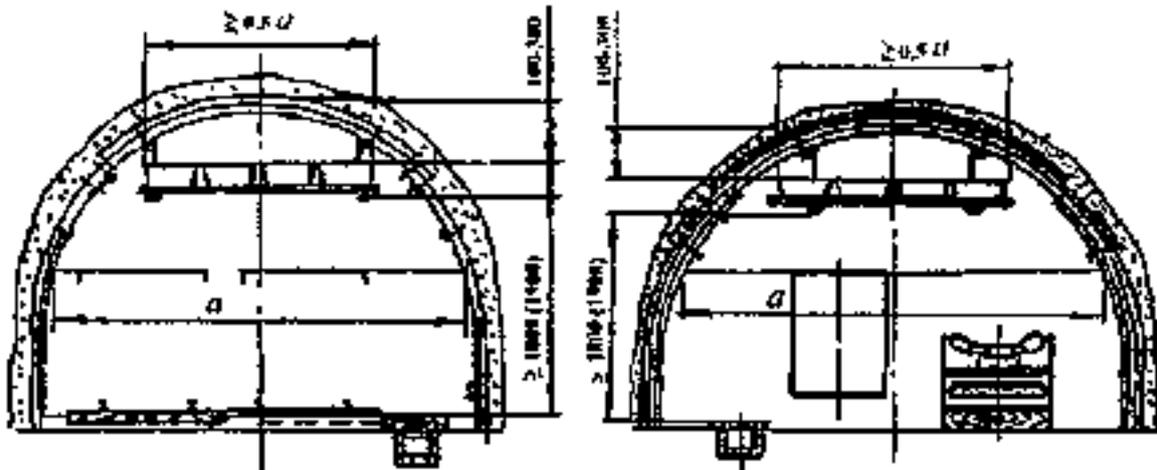


Рис. 1. Схема установки водяных заслонов в выработках, закрепленных металлической арочной крепью из специального профиля

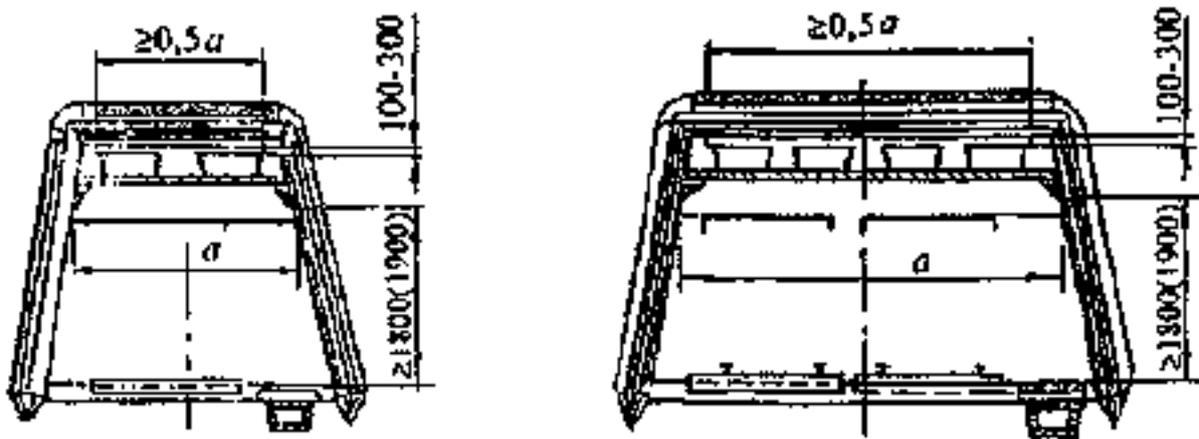


Рис. 2. Схема установки водяных заслонов в выработках, закрепленных деревянной крепью

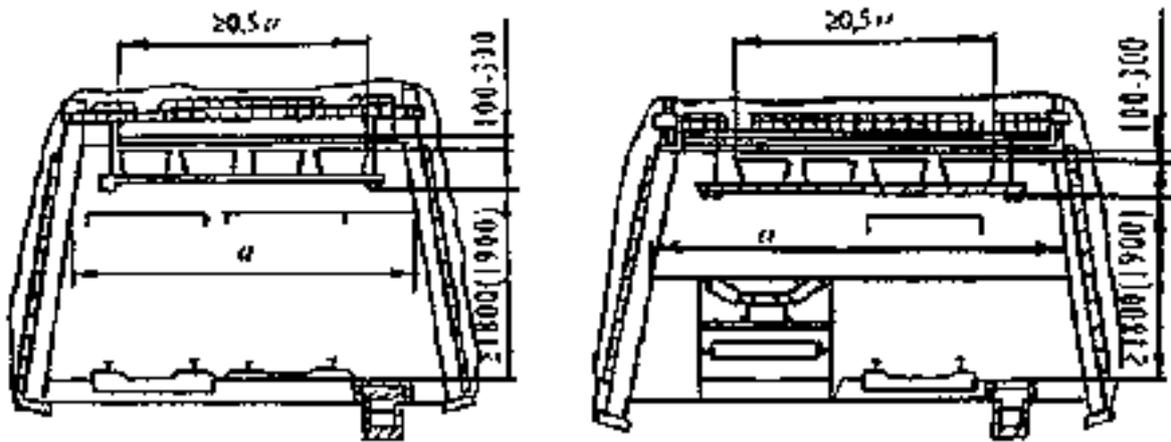


Рис. 3. Схема установки водяных заслонов в выработках, закрепленных железобетонными стойками и шарнирно-подвесными верхняками

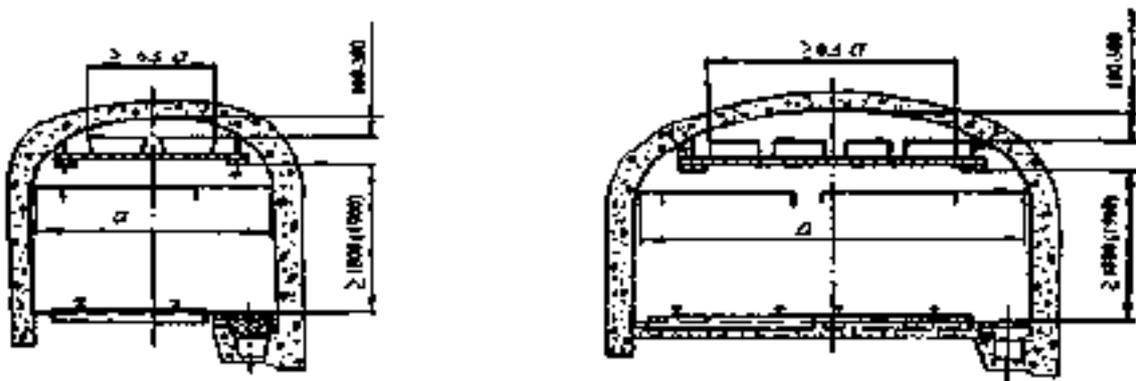


Рис. 4. Схема установки водяных заслонов в выработках, закрепленных бетонной крепью

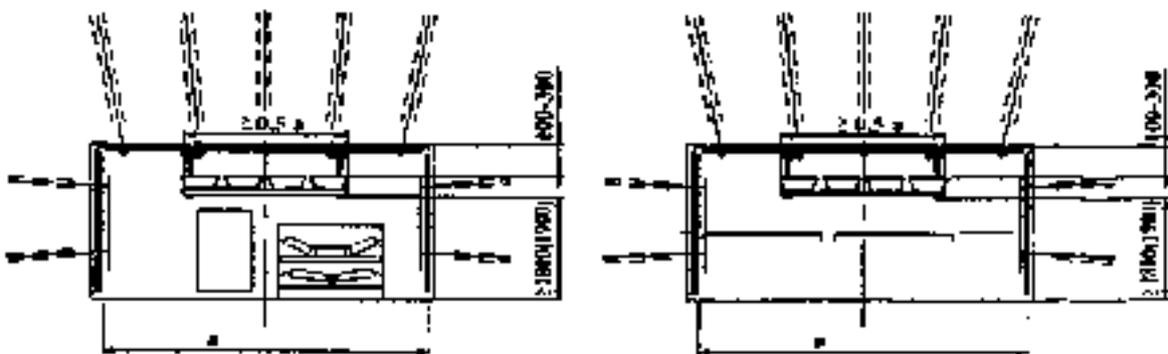


Рис. 5. Схема установки водяных заслонов в выработках, закрепленных анкерным креплением

СХЕМЫ УСТАНОВКИ ВОДЯНОГО ЗАСЛОНА
ИЗ ВОДЯНЫХ КАРМАНОВ

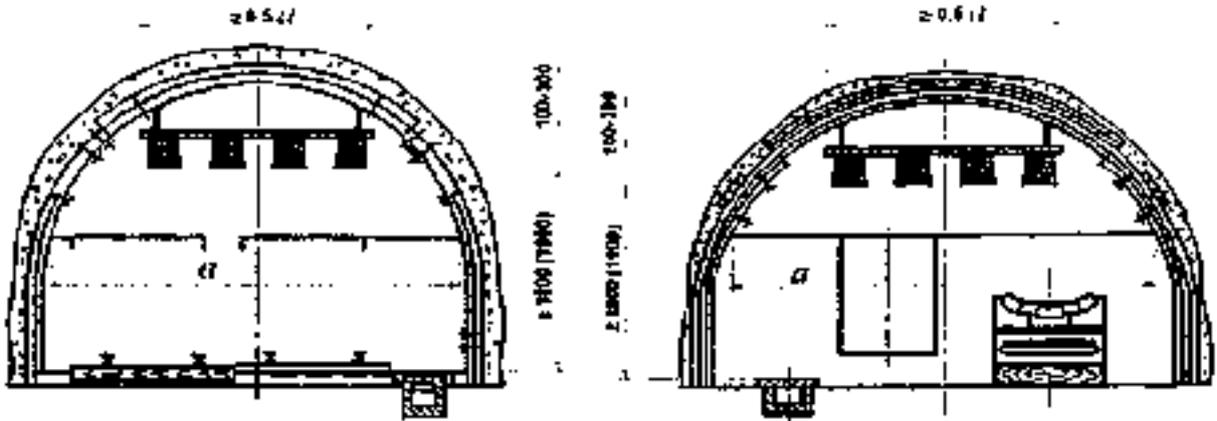


Рис. 1. Схема установки водяного заслона
из водяных карманов под кровлей выработки

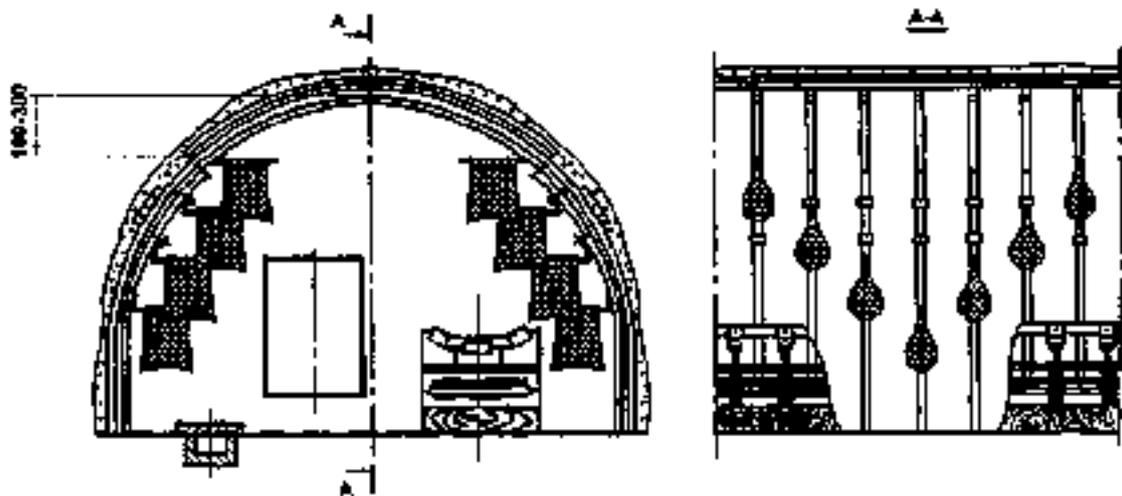


Рис. 2. Схема установки водяного заслона
из водяных карманов на боках выработки

СХЕМА УСТАНОВКИ АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ
ЛОКАЛИЗАЦИИ ВЗРЫВОВ

АСЛВ в горной выработке крепятся к анкерам и (или) к элементам крепи

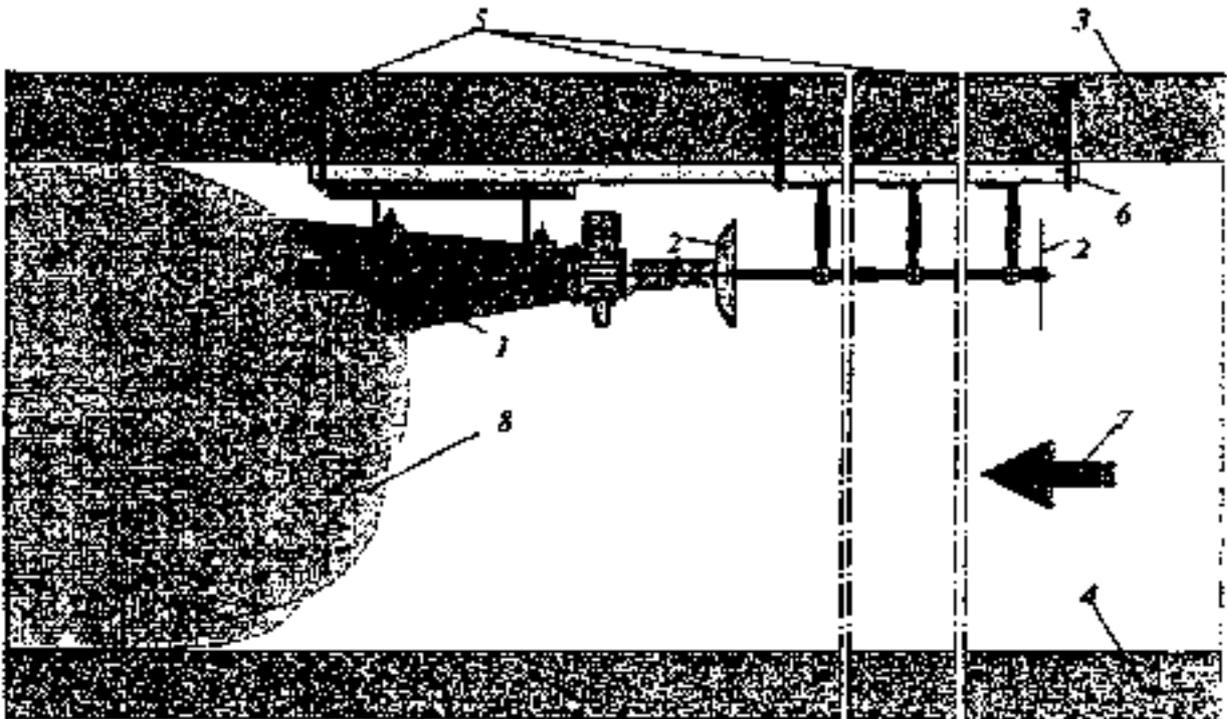


Рис. 1. Крепление АСЛВ в выработке с анкерной крепью:
1 – АСЛВ; 2 – извещатель; 3 – кровля выработки; 4 – почва выработки; 5 – анкерная крепь; 6 – крепежная конструкция; 7 – направление распространения фронтов ударно-воздушной волны и пламени, образованных в результате взрыва метановоздушной смеси и (или) угольной пыли; 8 – облако огнетушащего порошка во взвешенном состоянии

СХЕМЫ УСТАНОВКИ ВЗРЫВОЛОКАЛИЗУЮЩИХ ЗАСЛОНОВ

На рисунках 1-9 настоящего приложения используются следующие условные обозначения:

(|) – сланцевый взрыволокализирующий заслон;

∇ – водяной взрыволокализирующий заслон;

|>| – автоматический взрыволокализирующий заслон;

-----> – направление вентиляционного потока.

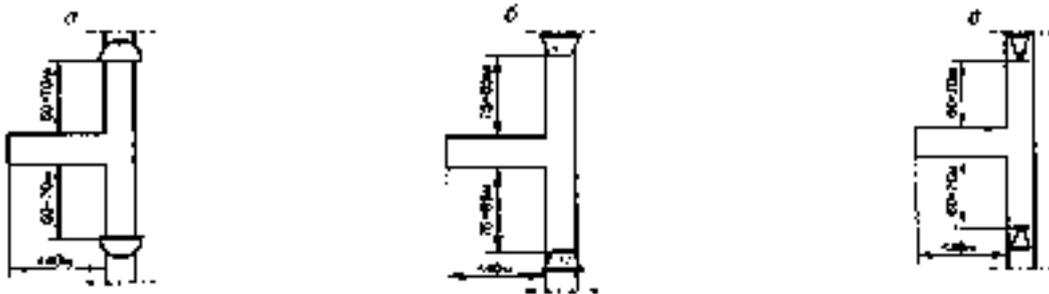


Рис. 1. Схемы установки заслонов в выработке, сопряженной с подготовительной выработкой, проводимой по углю или по углю и горной породе, длиной меньше 40 м

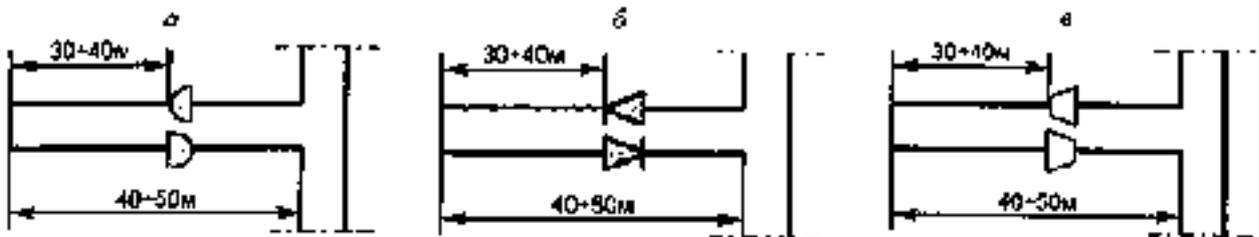
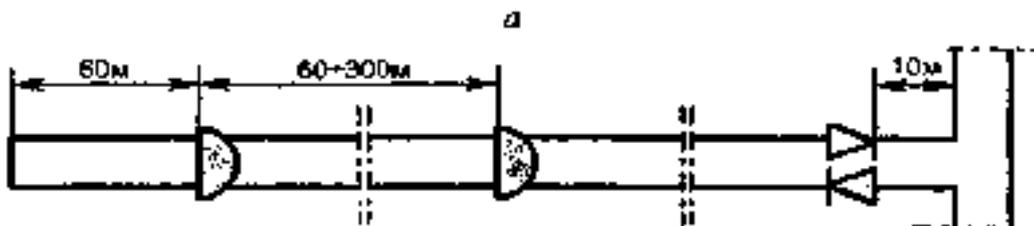


Рис. 2. Схемы установки заслонов в подготовительной выработке длиной 40–50 м



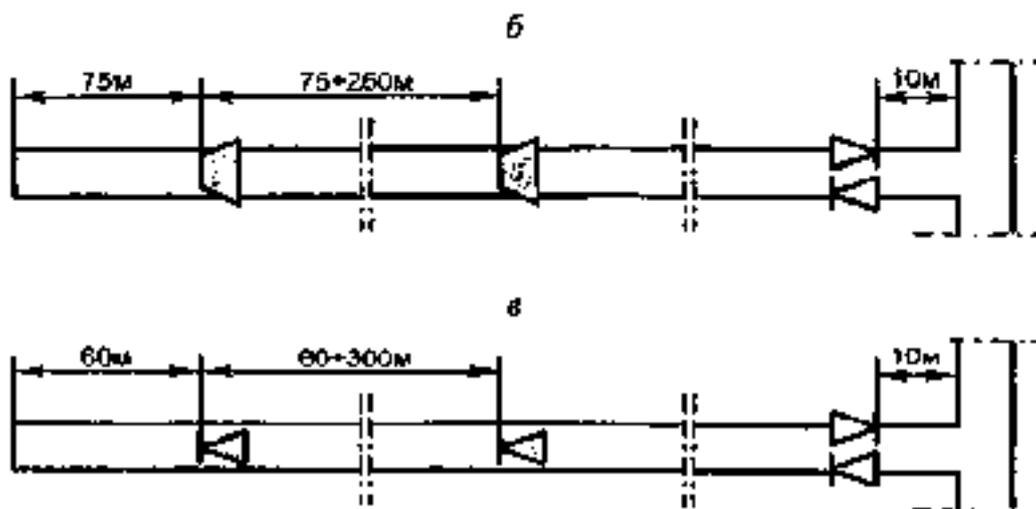


Рис. 3. Схемы установки заслонов в подготовительной выработке

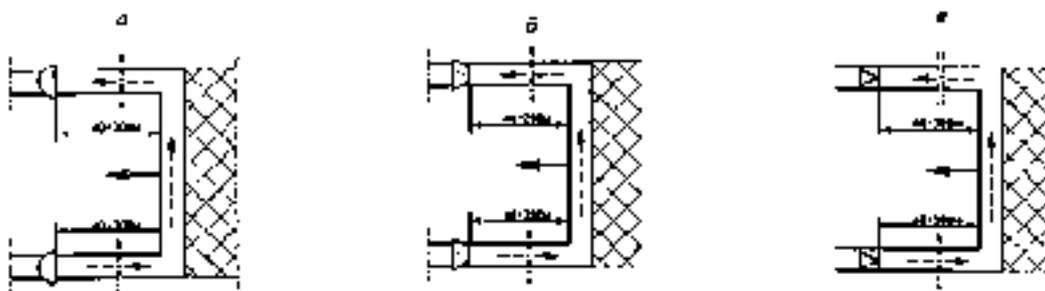


Рис. 4. Схемы установки заслонов от сопряжения с очистной выработкой по ходу движения забоя в конвейерной и вентиляционной выработке с возвратной схемой проветривания

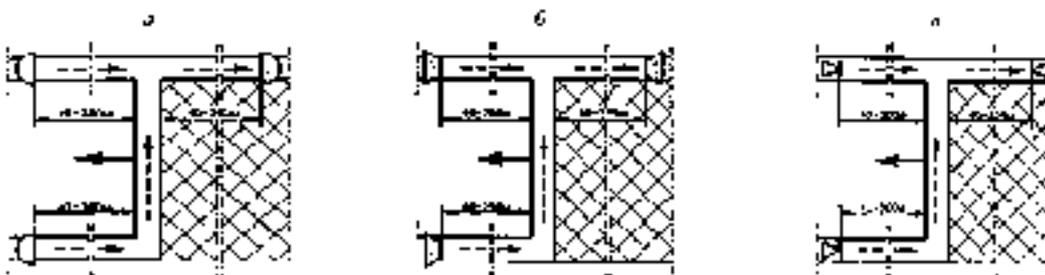


Рис. 5. Схемы установки заслонов от сопряжения с очистной выработкой в конвейерной выработке и в вентиляционной выработке, по которой отводится вентиляционная струя при прямоточных с подсвежением схемах проветривания

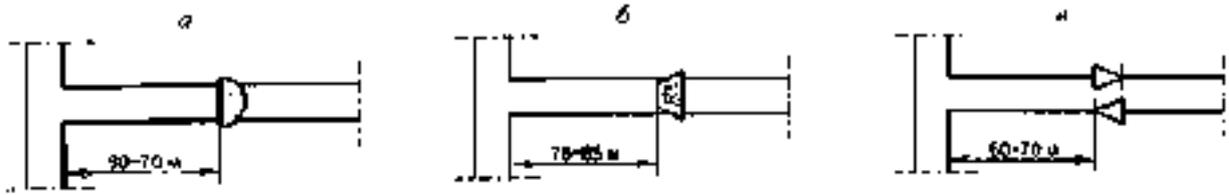


Рис. 6. Схемы установки заслонов в конвейерной и вентиляционной выработках у сопряжений данных выработок с бремсбергами, уклонами, квершлагами

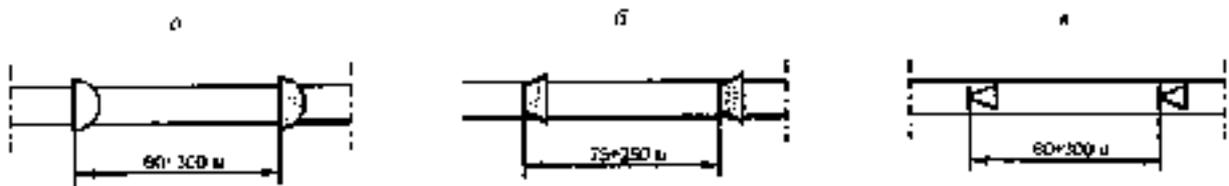


Рис. 7. Схемы установки заслонов в выработках, оборудованных ленточными конвейерами

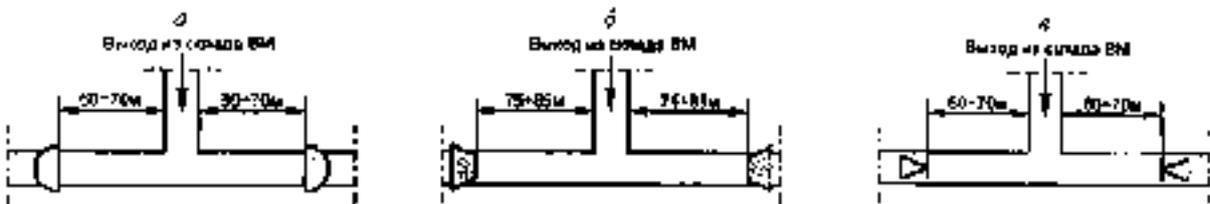


Рис. 8. Схемы установки заслонов в выработках, сопряженных с выходами из склада ВМ

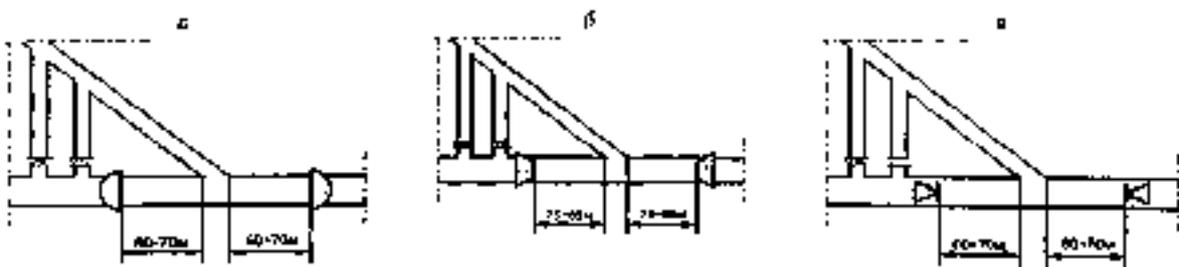


Рис. 9. Схемы установки заслонов в действующей выработке с двух сторон от ее сопряжения с газодренажной выработкой

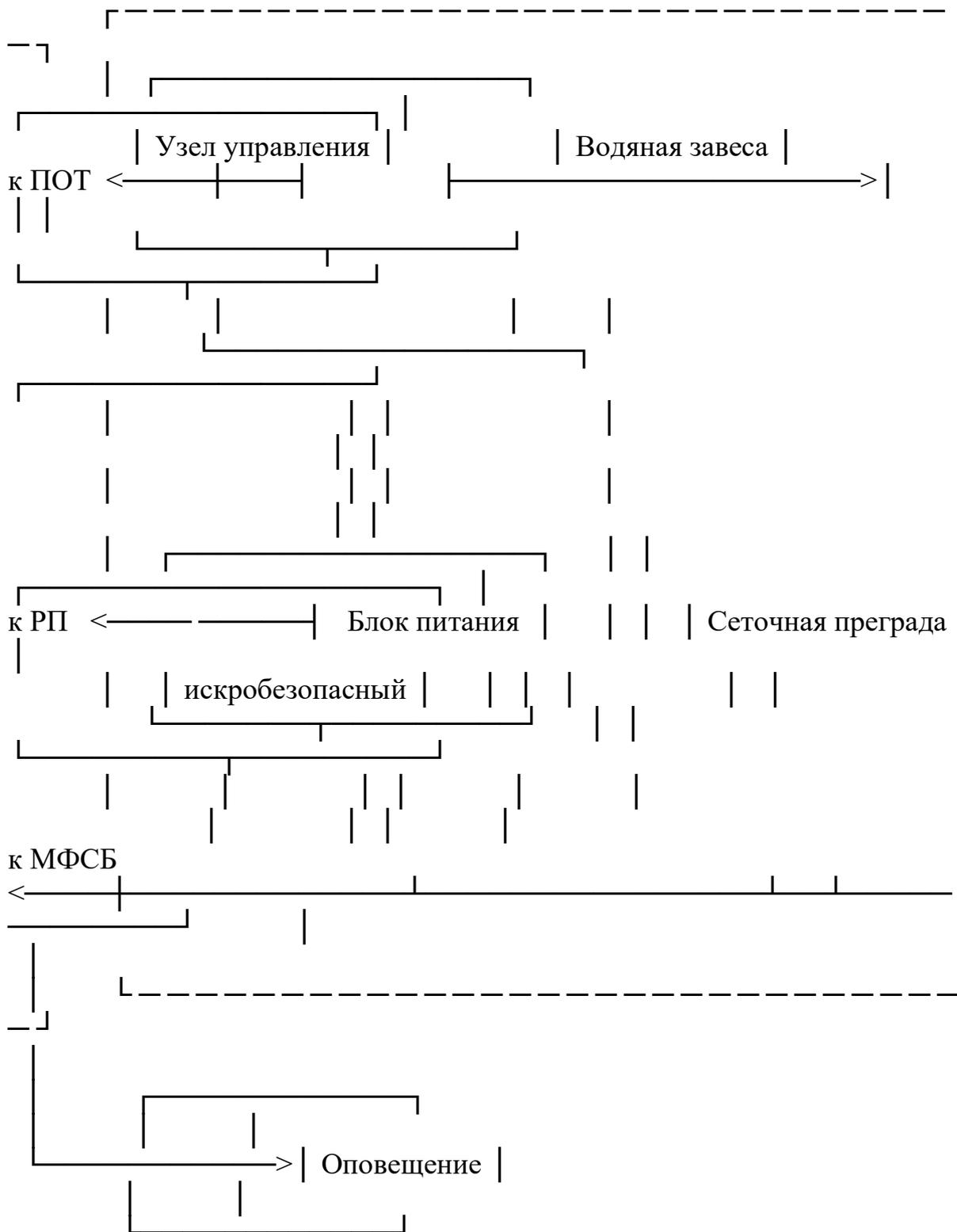


Рис. 1. Блок-схема подключения АВЗ:

ПОТ – пожарно-оросительный трубопровод; РП – распределительный пункт электроснабжения; МФСБ – многофункциональная система безопасности

СХЕМЫ
УСТАНОВКИ СИСТЕМ ЛОКАЛИЗАЦИИ ВЗРЫВОВ
АВТОМАТИЧЕСКИХ В ГОРНЫХ ВЫРАБОТКАХ

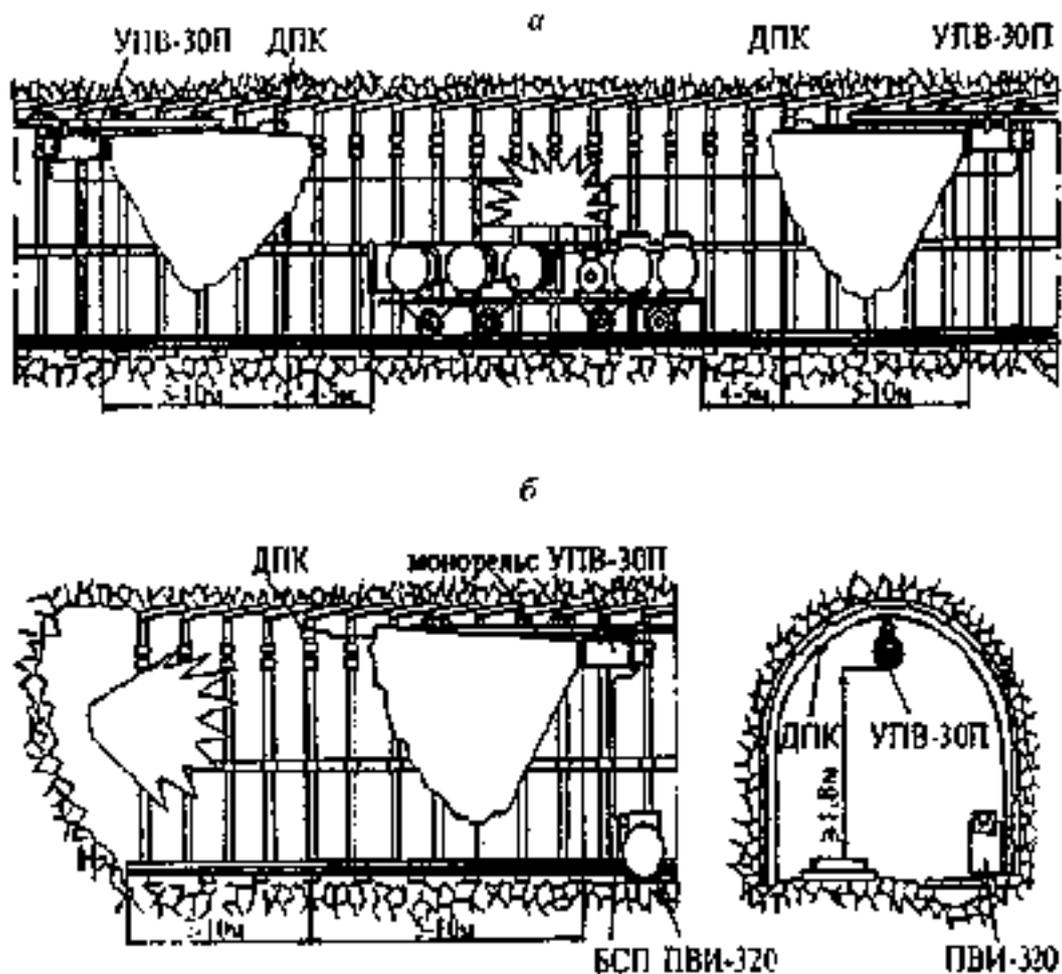


Рис. 1. Схемы установки СЛВА в горных выработках:
 а – для защиты распределительного пункта; б – для защиты тупиковой вы-
 работки; УПВ-30П – устройство подавления воспламенения; ДПК – датчик
 пламени; БСП – блок сопряжения с пускателем; ПВИ – пускатель взрывоза-
 щищенный искробезопасный

АКТ

сдачи в эксплуатацию пассивного взрыволокализирующего заслона

УТВЕРЖДАЮ
Технический директор
(главный инженер) шахты

_____ 20__ г.

На шахте _____ техническим отделом
(название шахты, к какой угольной компании шахта относится)
шахты разработана документация на установку пассивного взрыволокали-
зирующего заслона в горной выработке шахты (участка), которая включена в
проект Пылевзрывозащиты шахты.
В соответствии с разработанной документацией на шахте установлен

(тип заслона – сланцевый, водяной)
Горная выработка _____.

Номер заслона _____ комплектация _____.

(количество инертной пыли (воды) и основные технические характеристики заслона)

На участке аэрологической безопасности заведены журналы по обслу-
живанию, контролю и эксплуатации пассивных взрыволокализирующих за-
слонов, а у каждого места установки пассивного взрыволокализирующего за-
слона в шахте укреплен аншлаг установленного образца.

Персонал, осуществляющий контроль состояния пассивных взрыво-
локализирующих заслонов, ознакомлен с устройством и правилами эксплуа-
тации взрыволокализирующего заслона.

Пассивный взрыволокализирующий заслон принят в эксплуатацию.

Зам. главного инженера _____

Начальник участка аэрологической безопасности _____

Начальник(и) участка(ов) _____

АКТ
сдачи в эксплуатацию автоматического
взрыволокализирующего заслона

УТВЕРЖДАЮ
Технический директор
(главный инженер) шахты

" ___ " _____ 20__ г.

На шахте _____ техническим отделом
(название шахты, к какой угольной компании шахта относится)

шахты разработана документация на установку автоматического взрыволокализирующего заслона в горной выработке шахты, которая включена в проект пылевзрывозащиты шахты.

В соответствии с разработанной документацией на шахте установлен автоматический взрыволокализирующий заслон, состоящий из _____ АСЛВ,

(количество)

серийный(е) N _____

Горная выработка _____.

Номер заслона _____ комплектация _____.

(основные технические характеристики заслона)

На участке аэрологической безопасности заведены журналы на обслуживание и эксплуатацию автоматических взрыволокализирующих заслонов, а у каждого места монтажа автоматического взрыволокализирующего заслона в шахте укреплен аншлаг установленного образца.

Персонал, осуществляющий контроль состояния автоматических взрыволокализирующих заслонов, ознакомлен с устройством и правилами эксплуатации автоматического взрыволокализирующего заслона.

Автоматический взрыволокализирующий заслон принят в эксплуатацию.

Зам. главного инженера _____

Начальник участка АБ _____

Начальник(и) участка(ов) _____

Представитель сервисного центра по монтажу, наладке, обслуживанию и ремонту автоматических систем _____

Приложение 11
(рекомендуемый образец)

РАБОЧИЙ ЖУРНАЛ
по обслуживанию пассивного взрыволокализирующего заслона

Пассивный взрыволокализирующий заслон N _____.

Тип заслона _____.
(сланцевый, водяной)

Наименование горной выработки _____.

Сечение горной выработки _____ м².

Место установки заслона (номер пикета, расстояние от сопряжения с ближайшей горной выработкой) _____.

Участок, за которым закреплен заслон _____.

Расчетное количество инертной пыли или воды на заслон _____ кг (л).

Емкость полки, сосуда или водяного кармана _____ кг (л).

Число сосудов, полок или водяных карманов _____ шт.

Дата		Состояние заслона	Подпись лица, производившего осмотр заслона	Распоряжение начальника участка аэрологической безопасности	Замечание технического директора (главного инженера) шахты
установки заслона	осмотра				
1	2	3	4	5	6

РАБОЧИЙ ЖУРНАЛ

по обслуживанию автоматического взрыволокализирующего заслона

Автоматический взрыволокализирующий заслон N _____, состоящий из

АСЛВ, серийный(е) N _____.
 Наименование горной выработки _____.

Сечение горной выработки _____ м².

Место установки заслона (номер пикета, расстояние от сопряжения с ближайшей горной выработкой) _____.

Участок, за которым закреплен заслон _____.

Количество огнетушащего порошка в бункере АСЛВ _____ кг.

Установленное рабочее давление сжатого воздуха в АСЛВ _____ кгс/см².

Дата последней поверки контрольного манометра " __ " _____ 20__ г.

Дата		Состояние заслона	Подпись лица, производившего осмотр заслона	Распоряжение начальника участка аэрологической безопасности	Замечание технического директора (главного инженера шахты)
установки заслона	осмотра				
1	2	3	4	5	6

(рекомендуемый образец)

АНШЛАГ
пассивного взрыволокализирующего заслона

Пассивный взрыволокализирующий заслон N _____.

Тип заслона

_____.

(сланцевый, водяной)

Горная выработка _____, сечение
_____ м².

Количество инертной пыли (воды) _____ кг (л).

Число полок (пластмассовых сосудов, водяных карманов) _____ шт.

Емкость полки (пластмассового сосуда, водяного кармана) _____ кг (л).

Дата загрузки инертной пылью или заливки водой заслона _____.

Дата осмотра заслона _____.

Ф.И.О. и подпись проверяющего _____

(рекомендуемый образец)

АНШЛАГ
автоматического взрыволокализирующего заслона

Автоматический взрыволокализирующий заслон N _____, состоящий из

_____ АСЛВ, серийный(е) N _____.

Горная выработка _____, сечение
_____ м².

Количество огнетушащего порошка _____ кг.

Изначально установленное рабочее давление сжатого воздуха _____ кгс/см².

Показание контрольного манометра АСЛВ N _____
на момент проверки _____ кгс/см².

Дата установки автоматического взрыволокализирующего заслона
_____.

Дата осмотра заслона _____.

Ф.И.О. и подпись проверяющего _____

Практическая работа № 11

Расчет тепловыделений и борьба с избыточным теплом в шахтах

Цель работы: изучение методики расчета тепловыделений в выработки глубоких шахт и выбора технических решений по борьбе с избыточным теплом.

Климатические условия в подземных выработках, особенно в глубоких шахтах, как правило, отличаются от климатических условий на земной поверхности. Микроклимат горных выработок (т. е. действующее в них на организм человека сочетание температуры, влажности, скорости движения воздуха, его давления и температуры окружающих поверхностей) в значительной степени зависит от теплообменных процессов, происходящих на пути движения воздуха. Под воздействием этих процессов температура шахтного воздуха в выработках существенно повышается с увеличением глубины ведения горных работ.

Нагревание воздуха, движущегося по горным выработкам, происходит в результате:

- теплообмена между потоком шахтного воздуха и окружающим выработки массивом горных пород, т. е. охлаждения пород;
- естественного адиабатического сжатия воздуха при движении его вниз по вертикальным и наклонным выработкам;
- изменения содержания влаги в воздухе;
- теплообмена между воздухом и подземной водой, текущей по выработкам;
- окисления угля, угольной пыли, сульфидных руд, крепежного леса и некоторых других веществ;
- охлаждения отбитых и транспортируемых масс угля и породы;
- работы горных машин и механизмов;

- выделения тепла осветительными установками, электрическими кабелями, трубопроводами сжатого воздуха, телом человека, а также действия других второстепенных факторов.

Вызванное перечисленными факторами приращение температуры шахтного воздуха ($^{\circ}\text{C} = \text{K}$), может быть определено из выражения

$$\Delta t = \frac{\Sigma Q_i}{C_p \rho V},$$

где ΣQ_i - суммарное количество теплоты, идущее на нагревание воздуха, кДж/ч;

C_p - удельная теплоемкость воздуха при постоянном давлении, кДж/(кг·К);

ρ - плотность воздуха, кг/м³; V - объемный расход воздуха, м³/ч.

Шахтный воздух уже при температуре свыше 25 °С оказывает отрицательное тепловое воздействие на физиологию и гигиену труда подземных рабочих. При задержке отдачи телом человека накопившегося в нем тепла возникает перегрев организма, осложняющий протекание жизненных процессов. Чрезмерный перегрев организма вызывает ухудшение самочувствия человека, приводит к серьезным заболеваниям (в наиболее тяжелых случаях - к тепловому удару, или стрессу, или даже к смерти), увеличивает вероятность травматизма, снижает производительность труда.

Изменение температуры воздуха (и других параметров микроклимата) в подземных выработках оказывает влияние также на физико-механические свойства горных пород и на безопасное состояние сооружений и выработок.

Расчет выделения теплоты в выработки глубоких шахт ведется по следующим зависимостям.

1. Тепловыделение при охлаждении горных пород.

Количество теплоты $Q_{\text{охл}}$, кДж/ч, выделяющееся вследствие охлажде-

ния окружающих выработку горных пород, описывается уравнением Ньютона для конвективного теплообмена

$$Q_{\text{охл}} = K_{\tau} P l (t_{\text{п}} - t_{\text{в}}),$$

где K_{τ} - коэффициент нестационарного теплообмена между массивом горных пород и воздухом, кДж/(м²·ч·К) (рассчитывается по формуле, приводимой ниже);

P и l - периметр и длина выработки, м;

$t_{\text{п}}$ - естественная температура неохлажденных пород на данной глубине, (°С = K , расчет приводится ниже);

$t_{\text{в}} = t_{\text{пб}}$ - допустимая температура воздуха в выработке, °С (принимается согласно ФНИП).

Коэффициент K_{τ} , кДж/(м²·ч·К) определяется по формуле

$$K_{\tau} = \frac{\lambda}{1 + \frac{\lambda}{2\alpha_0 R_3}} \cdot \left[\frac{1}{2R_3} + \frac{1}{\sqrt{\pi a \tau} \left(1 + \frac{\lambda}{2\alpha_0 R_3} \right)} \right],$$

где λ - коэффициент теплопроводности породы, кДж/(м·ч·К) (принимается по табл. 1);

α_0 - суммарный коэффициент теплоотдачи от стен шахтной выработки к воздуху, кДж/(м²·ч·К) (расчет ниже);

R_3 - эквивалентный радиус выработки, м: $R_3 = \sqrt{\frac{S}{\pi}} = 0,564\sqrt{S}$;

a - коэффициент температуропроводности породы, м²/ч:

$$a = \frac{\lambda}{c_{\text{п}} \cdot \rho_{\text{п}}} \quad (\text{принимается по табл. 1});$$

$c_{\text{п}}$ - удельная теплоемкость породы, кДж/(кг·К) (принимается по табл. 1);

$\rho_{\text{п}}$ - плотность породы, кг/м³ (принимается по табл. 1);

τ - расчетное время процесса теплообмена, ч (например, при длительности процесса теплообмена 4 года значение $\tau = 4 \cdot 365 \cdot 24 = 35040$ ч).

Таблица 1

Тепловая характеристика пород

Порода	ρ , кг/м ³	c_p , кДж/(кг·К)	λ , кДж/(м·ч·К)	a , м ² /ч
Песчаник (Центральный Донбасс)	2475	0,854	9,211	0,00436
Глинистые и песчаные сланцы (там же)	2450	0,904	6,363	0,00287
Уголь (там же)	1225	1,184	1,051	0,00073
Бурый уголь (Челябинский бассейн)	1210	1,130	0,913	0,00067
Каменный уголь (Карагандинский бассейн)	1275	1,055	0,963	0,00072
Углистый сланец	1765	1,021	3,006	0,00167
Глинистый сланец	2433	0,992	3,354	0,00139
Змеевик	2690	0,950	5,694	0,00223
Гранит	2722	0,917	7,972	0,00319
Серный колчедан (Дегтярское месторожде- ние)	4620	0,908	15,010	0,00358
Медный колчедан (там же)	4716	0,862	15,165	0,00373

Суммарный коэффициент теплоотдачи с поверхности горной выработки α_0 , кДж/(м²·ч·К), находится их выражения $\alpha_0 = \alpha_k + \alpha_{и}$,

где α_k - конвективный коэффициент теплоотдачи от стен выработки к воздуху, кДж/(м²·ч·К)

$$\alpha_k = 2,9 \cdot 4,1868 \frac{V^{0,8}}{D_э^{0,2}} = 12,14 \frac{V^{0,8}}{D_э^{0,2}},$$

где v - скорость движения воздуха в выработке, м/с;

$$D_э - \text{эквивалентный диаметр выработки, м: } D_э = \frac{4S}{P};$$

$\alpha_{и}$ - коэффициент, учитывающий испарения влаги с мокрых стен выработки, кДж/(м²·ч·К)

$$\alpha_{и} = 1,3\beta \cdot r,$$

где β - коэффициент массоотдачи (коэффициент испарения), кг/(м²·ч·К), принимается равным 0,01 - для стволов, 0,15 - для капитальных выработок, 0,03 - для лав;

r - теплота парообразования воды, принимается $r = 2256$ кДж/кг.

Температура горных пород в массиве $t_{п}$, °С, на заданной глубине H , м, от земной поверхности определяется по формулам:

$$t_{п} = h \cdot t_{н} + \frac{H - H_0}{\Gamma_{ст}} \quad \text{или} \quad t_{п} = h \cdot t_{н} + (H - H_0) \delta,$$

где $t_{п}$ - температура пород нейтрального слоя (зоны с постоянной температурой пород) в данной местности; принимается примерно равной среднегодовой температуре воздуха на земной поверхности в данном районе, °С;

$t_{н} = 8,5; 2,5; 2,5; 3,0$ °С для условий соответственно Донбасса, Кузбасса, Караганды и Мосбасса;

H_0 - глубина (толщина) нейтрального слоя, м: $H_0 = 20-40$ м;

$\Gamma_{ст}$ - геотермическая ступень данного района, м/°С: в среднем $\Gamma_{ст}$ составляет для угольных месторождений 30–40 м/°С, рудных 50-140 м/°С, нефтяных 15-20 м/°С; δ - геотермический градиент, °С/м.

2. Тепловыделение при сжатии воздуха. Количество теплоты $Q_{сж}$, кДж/ч, выделяющееся при движении воздуха вниз по вертикальным и наклонным выработкам, определяется выражением

$$Q_{сж} = 9,81 \cdot \rho \frac{V_{в} \cdot H}{1000} = 0,00981 \cdot \rho \cdot V_{в} \cdot H,$$

где ρ - плотность воздуха, кг/м³;

$V_{в}$ - количество воздуха, проходящего по выработке (объемный часовой расход воздуха), м³/ч: $V_{в} = 3600 \cdot v \cdot S$;

v - скорость движения воздуха в выработке, м/с;

S - площадь поперечного сечения выработки, м²;

H - глубина расположения выработки, м;

для наклонной выработки $H = l_n \cdot \sin \psi$,

где l_n - длина наклонной выработки; ψ - угол наклона выработки, град.

3. Тепловыделение при окислительных процессах. Количество теплоты $Q_{ок}$, кДж/ч, образующееся при окислении угля, угленосных сланцев, сульфидных руд и древесины, подсчитывается по формуле А. Ф. Воропаева

$$Q_{ок} = q_{ок} \cdot V^{0,8} \cdot P \cdot l,$$

где $q_{ок}$ - тепловыделение в результате окислительных процессов, приведенное к скорости движения воздуха в выработке, $V = 1$ м/с, кДж/(м²·ч); $q_{ок}$ можно принимать равным 12-21 кДж/(м²·ч).

4. Тепловыделение от местных источников. К местным источникам теплоты относят электродвигатели, трансформаторы, светильники, электрические кабели, трубопроводы сжатого воздуха, пневматические двигатели, другие тепловыделяющие машины, механизмы и устройства, а также работы, производимые с применением бетона на участке выработки или в призабойной зоне, когда тепло выделяется при его отвердении.

Расчетные формулы для определения количества теплоты от местных источников имеют следующий вид:

4.1. Тепловыделение при работе *электродвигателей* горных машин и освещения $Q_{эд}$, кДж/ч

$$Q_{эд} = \frac{3600 \cdot N_{потр} \cdot k_3}{\eta_э},$$

где $N_{потр}$ - потребляемая мощность электродвигателей и осветительных установок, кВт;

k_3 - коэффициент загрузки оборудования во времени: $k_3 = 0,8$;

$\eta_э$ - к. п. д. электродвигателя: $\eta_э = 0,95$.

4.2. Тепловыделение в выработку (ствол, уклон, бремсберг и др.) при эксплуатации *лебедок* $Q_{лб}$, кДж/ч:

- при подъеме груза лебедкой $Q_{лп} = 3600 \cdot N_{л} \cdot k_3 (1 - \eta_m)$;

- при спуске груза лебедкой $Q_{лс} = 3600 \cdot N_{л} \cdot k_3$.

где $N_{л}$ - установленная мощность электродвигателя лебедки, кВт;

η_m - механический к. п. д.: $\eta_m = 0,8$.

4.3. Тепловыделение при работе **трансформатора** $Q_{тр}$, кДж/ч

$$Q_{тр} = 3600 \cdot N_{тр} \cdot p_{тр},$$

где $N_{тр}$ - мощность трансформатора, кВт;

$p_{тр}$ - тепловые потери трансформатора: $p_{тр} = 0,04 \div 0,05$.

4.4. Тепловыделение при затвердевании монолитной **бетонной крепи** $Q_б$, кДж/ч

$$Q_б = q_б \cdot P \cdot l_{ц},$$

где $q_б$ - удельное выделение теплоты при отвердевании бетона, кДж/(м²·ч);

принимается $q_б = 200 \div 400$ кДж/(м²·ч);

P - периметр выработки, м;

$l_{ц}$ - длина участка бетонирования, контактирующего с вентиляционной струей за один цикл проходки, м.

4.5. Тепловыделение при **взрыве ВВ**. В выработке большого сечения при использовании более 100 кг ВВ тепловыделение при взрыве $Q_{взр}$, кДж/ч, рассчитывается по формуле

$$Q_{взр} = 0,8q_{взр} \cdot m_з,$$

где $q_{взр}$ - удельное тепловыделение при взрыве 1 кг ВВ, кДж/кг;

$m_з$ - масса заряда, кг.

Рекомендуемые значения $q_{взр}$ для применяемых ВВ:

Аммонит ПЖВ-20	3360		Аммонит АП-5ЖВ	3780
Угленит Э-6	2570		Аммонит скальный №1	5400
Победит ВП-4	3810		Аммонит № 6 ЖВ	4290
Аммонит АП-4ЖВ	3560		Игданит	3790

4.6. Тепловыделение при работе шахтных **вентиляторов** происходит в результате работы электродвигателя, внутренних потерь энергии в вентиляторе и аэродинамического сжатия воздуха. Количество теплоты $Q_{вен}$,

кДж/ч, поступающее в выработку при работе вентилятора, выражается формулой

$$Q_{\text{вент}} = 3600 \cdot V_{\text{вс}} \frac{h_{\text{в}}}{1000 \eta_{\text{вУ}}} = 3,6 \cdot V_{\text{вс}} \frac{h_{\text{в}}}{\eta_{\text{вУ}}}, \quad (1)$$

где $V_{\text{вс}}$ - количество воздуха, проходящего по выработке (секундный расход), м³/с;

$h_{\text{в}}$ - депрессия выработки, Па;

$$h_{\text{в}} = \alpha_{\text{в}} \cdot P \cdot l \frac{v^2}{S}, \quad (2)$$

где $\alpha_{\text{в}}$ - коэффициент аэродинамического сопротивления трения выработки, Н·с²/м⁴ = Па·с²/м²;

P, l, S - периметр, длина и площадь поперечного сечения выработки, м, м, м²;

v - средняя скорость движения воздуха по выработке, м/с;

$$\eta_{\text{вУ}} = \eta_{\text{в}} \cdot \eta_{\text{дв}} \cdot \eta_{\text{п}},$$

$\eta_{\text{в}} = 0,6 \div 0,8$; $\eta_{\text{дв}} = 0,85 \div 0,95$ и $\eta_{\text{п}}$ - к. п. д. соответственно вентиляторной установки, вентилятора, двигателя и редукторной ($\eta_{\text{п}} = 1$) или ременной ($\eta_{\text{п}} = 0,9 \div 0,95$) передач.

Подставляя (2) в (1) и учитывая, что $V_{\text{вс}} = v \cdot S$ м³/с, получим (кДж/ч)

$$Q_{\text{вент}} = 3,6 \cdot \alpha_{\text{в}} \cdot P \cdot l \frac{v^3}{\eta_{\text{вУ}}}.$$

4.7. Тепловыделение при работе *людей* $Q_{\text{л}}$, кДж/ч

$$Q_{\text{л}} = q_{\text{л}} \cdot n_{\text{л}},$$

где $q_{\text{л}}$ - количество теплоты, выделяемое работающим человеком, кДж/ч·чел
 $q_{\text{л}} = 1050 \div 2500$ кДж/ч·чел.;

$n_{\text{л}}$ - число одновременно работающих людей в выработке.

5. Общее тепловыделение в выработку $Q_{\text{общ}}$, кДж/ч, находится суммированием всех частных выделений теплоты

$$Q_{\text{общ}} = \sum_{i=1}^n Q_i.$$

Способы искусственного охлаждения шахтного воздуха

Целью искусственного охлаждения шахтного воздуха является отвод определенного («излишнего») количества теплоты от него при помощи охлаждающего вещества. Тепло от воздуха можно отвести путем соприкосновения последнего с какой-либо холодной поверхностью или путем смешения его с газообразной струей, имеющей температуру ниже температуры воздуха.

Борьба с избыточным выделением теплоты в горные выработки ведется по нескольким направлениям:

- предохранение воздуха от нагревания при его движении к местам потребления;
- охлаждение воздуха без применения специальных холодильных машин;
- охлаждение воздуха с применением холодильных машин (кондиционирование).

Способы предупреждения нагревания шахтного воздуха включают в себя следующее:

- увеличение количества подаваемого в выработки воздуха путем повышения мощности вентиляторных установок, увеличения скорости движения воздуха, расширения сечений воздухоподающих выработок;
- замена машин с электроприводами машинами с пневматическим приводом;
- тепло- и гидроизоляция стен выработок;
- теплоизоляция и тщательное уплотнение воздухоподающих трубопроводов;

- предупреждение возникновения интенсивных окислительных процессов;
- сокращение пути движения воздуха к местам потребления путем выбора соответствующей схемы проветривания, проведения дополнительных выработок и скважин;
- подача воздуха к местам потребления по специально пройденным выработкам, где скорость движения воздуха может быть существенно увеличена;
- замена восходящего проветривания очистных выработок нисходящим проветриванием (при соблюдении соответствующих требований ПБ).

Для предотвращения нагревания воздуха без применения холодильных машин используются следующие способы:

- осушение воздуха сорбентами, т. е. веществами, способными поглощать влагу из воздуха (например, хлористым кальцием);
- охлаждение воздуха льдом;
- охлаждение воздуха жидким воздухом, при испарении которого поглощается значительное количество теплоты;
- охлаждение воздуха сжатым воздухом (например, от пневмо-кондиционеров);
- охлаждение воздуха водой: путем непосредственного соприкосновения охлаждающей воды с воздухом либо через поверхность труб, где воздух охлаждается в специальных теплообменниках;
- пропускание воздуха через тепловыравнивающие каналы путем подвода воздуха к стволу по горизонтальным выработкам, пройденным на глубине среднегодовой температуры.

Наиболее эффективным является искусственное охлаждение воздуха в системах кондиционирования: в компрессорных и абсорбционных холодильных установках. Холодильные установки бывают передвижные и ста-

ционарные. Передвижные установки предназначены для охлаждения воздуха в тупиковых выработках или в отдаленных очистных забоях. Стационарные установки располагаются как на земной поверхности, так и в подземных условиях.

Хладопроизводительность (холодильная мощность) **отечественных шахтных холодильных агрегатов и кондиционеров составляет:**

- передвижных кондиционеров ВК-230 - 230 кВт, КПШ-3 – 105 кВт, КПШ-40 - 47 кВт, КПШ-40П с пневмоприводом - 52 кВт;
- турбокомпрессионных холодильных машин ШХТМ-1300 - 1500 кВт, ХТМФ-235М-2000 - 2325 кВт, ХТМФ-248-4000 - 4650 кВт;
- поршневой холодильной машины МФ-220-1РШ - 255 кВт;
- абсорбционной холодильной машины АБХА-2500-2В – 2800 кВт.

Для стационарной работы на поверхности используются машины ХТМФ-235-2000, ХТМФ-248-4000, АБХА-2500-2В, а машины ШХТМ-1300 и МФ-220-1РШ устанавливаются на глубоких горизонтах.

Охлаждение шахтного воздуха с применением холодильных машин становится необходимым, когда общее тепловыделение в выработку $Q_{\text{общ}}$ превышает тепловыделение в нее, допускаемое Правилами безопасности, $Q_{\text{пб}}$, т. е. при условии

$$Q_{\text{общ}} > Q_{\text{пб}}.$$

Поскольку эти количества теплоты описываются формулами:

$$Q_{\text{общ}} = c_p \cdot \rho \cdot V_{\text{теп}} \cdot (t_{\text{пб}} - t_{\text{н}}) \text{ и } Q_{\text{пб}} = c_p \cdot \rho \cdot V_{\text{в}} \cdot (t_{\text{пб}} - t_{\text{н}}),$$

то критерий необходимости кондиционирования воздуха в выработке может быть записан в виде соотношения $V_{\text{теп}} > V_{\text{в}}$,

где $V_{\text{теп}}$ - количество воздуха, которое необходимо подать в выработку по тепловому фактору без охлаждения воздуха, м³/ч;

$$V_{\text{теп}} = \frac{Q_{\text{общ}}}{c_p \cdot \rho \cdot \Delta t},$$

где c_p - удельная теплоемкость воздуха при постоянном давлении, кДж/(кг·К) $c_p = 0,241 \text{ ккал}/(\text{кг}\cdot\text{К})\cdot 4,1868 \text{ кДж}/\text{ккал} = 1,009 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$;

ρ - плотность воздуха, кг/м³;

Δt - перепад температур между выходящим (отработанным) и входящим (свежим) воздухом, проходящим по выработке, К (°С):

для стволов $\Delta t = t_B - t_H$, для подземных выработок $\Delta t = t_{II} - t_B$.

При необходимости кондиционирования воздуха следует выбрать тип кондиционера, рассчитать потребное количество кондиционеров и проверить правильность их установки.

Требуемая холодопроизводительность кондиционера N'_k , кВт, находится по формуле

$$N'_k = \frac{c_h \cdot \rho \cdot V_d (t_H - t_{пб})}{3600}.$$

К установке принимают кондиционер холодопроизводительностью

$$N_k \geq N'_k.$$

При установке кондиционера в выработке (обычно одного) температура смеси за кондиционером $t_{см}$, °С (=К), определяется соотношением

$$t_{см} = t_{II} - 3600 \frac{N_k}{c_p \cdot \rho \cdot V_B}.$$

Достаточность установки кондиционера проверяется по условию

$$t_{см} \langle t_B.$$

Если $t_{см} \rangle t_B$, то необходимо установить более мощный кондиционер.

Пример расчета. Исходные данные:

выработка - ствол шахты,

$$\lambda = 9,21 \text{ кДж}/(\text{м}\cdot\text{ч}\cdot\text{К}),$$

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 38,5 \text{ м}^2,$$

$$a = \frac{\lambda}{c_{\text{п}} \cdot \rho_{\text{п}}} = 0,00477 \text{ м}^2/\text{ч},$$

$$r_3 = 3,5 \text{ м},$$

$$v = 2 \text{ м}/\text{с},$$

$$d = d_3 = 7 \text{ м},$$

$$\tau = 7 \text{ лет} = 7 \cdot 365 \cdot 24 = 61320 \text{ ч},$$

$$P = \pi \cdot d = 22 \text{ м},$$

$$t_{\text{н}} = 8,5 \text{ }^\circ\text{C},$$

$$l = H = 1200 \text{ м},$$

$$t_{\text{в}} = t_{\text{пб}} = 24 \text{ }^\circ\text{C},$$

$$\alpha = 0^\circ,$$

$$N_{\text{потр}} = 100 \text{ кВт},$$

$$H_0 = 20 \text{ м},$$

$$N_{\text{п}} = 90 \text{ кВт},$$

$$\delta = \frac{1}{\Gamma_{\text{ст}}} = 0,035 \text{ м}/^\circ\text{C},$$

$$\alpha_6 = 0,0040 \text{ кгс}\cdot\text{с}^2/\text{м}^4 =$$

$$= 0,0392 \text{ Па}\cdot\text{с}^2/\text{м}^2,$$

порода - песчаник,

$$N_{\text{тр}} = 100 \text{ кВт},$$

$$\rho_{\text{п}} = 2400 \text{ кг}/\text{м}^3,$$

$$n = 7 \text{ человек.}$$

$$c_{\text{п}} = 0,858 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{К}),$$

Для обеспечения возможности выполнения расчета тепловыделений по приведенным выше формулам принимаем дополнительно следующие данные (параметры):

$$\beta = 0,01 \text{ кг}/(\text{м}^2\cdot\text{ч}\cdot\text{К}),$$

$$P_{\text{тр}} = 0,05,$$

$$r = 2256 \text{ кДж}/\text{кг},$$

$$q_6 = 200 \text{ кДж}/(\text{м}^2\cdot\text{ч}),$$

$$\rho = 1,25 \text{ кг}/\text{м}^3,$$

$$l_{\text{ц}} = 5 \text{ м},$$

$$q_{\text{ок}} = 16 \text{ кДж}/(\text{м}^2\cdot\text{ч}),$$

$$q_{\text{п}} = 2000 \text{ кДж}/(\text{ч}\cdot\text{чел}),$$

$$\kappa_3 = 0,8,$$

$$\eta_{\text{вУ}} = \eta_{\text{У}} \cdot \eta_{\text{дв}} \cdot \eta_{\text{п}} = 0,7 \cdot 0,85 \cdot 0,95 =$$

$$0,56,$$

$$\eta_{\text{дв}} = 0,95,$$

$$c_{\text{р}} = 1,009 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{К}).$$

Подсчитываем количества теплоты, выделяющиеся в выработку.

1. Тепловыделение при охлаждении горных пород

$$\alpha_k = 12,4 \cdot \frac{V^{0,8}}{d_3^{0,2}} = 12,4 \cdot \frac{2^{0,8}}{7^{0,2}} = 14,32 \text{ кДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{К});$$

$$\alpha_{и} = 1,3 \cdot \beta \cdot r = 1,3 \cdot 0,01 \cdot 2256 = 29,33 \text{ кДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{К});$$

$$\alpha_0 = \alpha_k + \alpha_{и} = 14,32 + 29,33 = 43,65 \text{ кДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{К});$$

$$K_{\tau} = \frac{\lambda}{1 + \frac{\lambda}{2\alpha_0 \cdot R_3}} \cdot \left[\frac{1}{2R_3} + \frac{1}{\sqrt{\pi \cdot a \cdot \tau} \left(1 + \frac{\lambda}{2\alpha_0 \cdot R_3} \right)} \right] =$$

$$= \frac{9,211}{1 + \frac{9,211}{2 \cdot 43,65 \cdot 3,5}} \cdot \left[\frac{1}{2 \cdot 3,5} + \frac{1}{\sqrt{\pi \cdot 0,00447 \cdot 61320} \left(1 + \frac{9,211}{2 \cdot 43,65 \cdot 3,5} \right)} \right] =$$

$$= 1,57 \text{ кДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{К});$$

$$t_{\Pi} = t_{н} + (H - H_0)\delta = 8,5 + (1200 - 20)0,035 = 50 \text{ }^{\circ}\text{C};$$

$$Q_{\text{охл}} = K_{\tau} \cdot P \cdot l(t_{\Pi} - t_{в}) = 1,57 \cdot 22 \cdot 1200(50 - 24) = 1077648 \text{ кДж}/\text{ч}.$$

2. Тепловыделение при сжатии шахтного воздуха

$$V_{и} = 3600 \cdot v \cdot S = 3600 \cdot 2 \cdot 38,5 = 277200 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$Q_{\text{сж}} = 0,00981 \cdot \rho \cdot V_{в} \cdot H = 0,00981 \cdot 1,25 \cdot 277200 \cdot 1200 = 4078998$$

кДж/ч.

3. Тепловыделение при окислительных процессах

$$Q_{\text{ок}} = q_{\text{ок}} \cdot V^{0,8} \cdot P \cdot l = 16 \cdot 2^{0,8} \cdot 22 \cdot 1200 = 735441 \text{ кДж}/\text{ч}.$$

4. Тепловыделение от местных источников:

- при работе электродвигателей горных машин и освещения

$$Q_{\text{эд}} = \frac{3600 \cdot N_{\text{потр}} \cdot K_3}{\eta_{\text{дв}}} = \frac{3600 \cdot 100 \cdot 0,8}{0,95} = 303158 \text{ кДж/ч};$$

- при спуске груза лебедкой

$$Q_{\text{лс}} = 3600 \cdot N_{\text{л}} \cdot K_3 = 3600 \cdot 90 \cdot 0,8 = 259200 \text{ кДж/ч};$$

- при работе трансформатора

$$Q_{\text{тр}} = 3600 \cdot N_{\text{тр}} \cdot P_{\text{тр}} = 3600 \cdot 100 \cdot 0,05 = 18000 \text{ кДж/ч};$$

- при работе шахтных вентиляторов

$$Q_{\text{вент}} = 3,6 \cdot \alpha_{\text{в}} \cdot P \cdot l \frac{V^3}{\eta_{\text{ву}}} = 3,6 \cdot 0,0392 \cdot 22 \cdot 1200 \frac{2^3}{0,565} = 52751 \text{ кДж/ч};$$

- при затвердевании монолитной бетонной крепи

$$Q_{\text{б}} = q_{\text{б}} \cdot P \cdot l_{\text{ц}} = 200 \cdot 22 \cdot 5 = 22000 \text{ кДж/ч};$$

- при работе людей

$$Q_{\text{л}} = q_{\text{л}} \cdot n_{\text{л}} = 2000 \cdot 7 = 14000 \text{ кДж/ч}.$$

5. *Общее тепловыделение в ствол*

$$\begin{aligned} Q_{\text{общ}} &= \sum_{i=1}^n Q_i = Q_{\text{охл}} + Q_{\text{сж}} + Q_{\text{ок}} + Q_{\text{эд}} + Q_{\text{лс}} + Q_{\text{тр}} + Q_{\text{вент}} + Q_{\text{б}} + Q_{\text{л}} = \\ &= 1077648 + 4078998 + 735441 + 303158 + 259200 + 18000 + 52751 + \\ &+ 22000 + 14000 = 6561196 \text{ кДж/ч}. \end{aligned}$$

Находим количество воздуха, необходимое для проветривания выработки по тепловому фактору без охлаждения воздуха

$$V_{\text{теп}} = \frac{Q_{\text{общ}}}{c_p \cdot \rho (t_{\text{пб}} - t_{\text{н}})} = \frac{6561196}{1,009 \cdot 1,25 (24 - 8,5)} = 335611 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Проверяем условие достаточности расхода воздуха по тепловому фактору.

В рассматриваемом случае это условие не выполняется, так как

$$V_{\text{теп}} = 335611 < V_{\text{в}} = 277200.$$

Следовательно, требуется искусственное охлаждение воздуха при помощи холодильных машин.

Определяем требуемую хладопроизводительность холодильной машины:

$$N'_k = \frac{c_p \cdot \rho \cdot V_B (t_{\Pi} - t_{\Pi\delta})}{3600} = \frac{1,009 \cdot 1,25 \cdot 277200(50 - 24)}{3600} = 2525 \text{ кВт.}$$

Принимаем $N_k = 2550$ кВт. Температура смеси теплого и охлажденного воздуха за кондиционером составит

$$t_{\text{см}} = t_{\Pi} - \frac{3600 \cdot N_k}{c_p \cdot \rho \cdot V_B} = 50 - \frac{3600 \cdot 2550}{1,009 \cdot 1,25 \cdot 277200} = 23,7 \text{ }^{\circ},$$

что удовлетворяет требованиям ПБ.

Варианты заданий

Перечень вариантов заданий к расчету тепловыделений в горные выработки приведен в табл. 2.

Таблица 2

Исходные данные для расчетов тепловыделений

	Величины	Номер варианта									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Выработка	Штрек		Уклон		Квершлаг		Бремберг		Ствол	
2	$S, \text{ м}^2$	8	10	7	6	12	14	10	12	44,2	33,2
3	$P, \text{ м}$	11,8	13,2	11,0	10,2	14,4	15,6	13,2	14,4	23,6	20,4
4	$L, \text{ м}$	900	1000	300	500	700	600	1000	900	1100	1200
5	$\alpha, ^\circ$	6	8	40	50	10	8	15	20	90	90
6	$H, \text{ м}$	800	900	600	700	1000	800	1200	1500	1100	1200
7	$H_0, \text{ м}$	20	21	22	23	24	25	30	35	28	30
8	$\Gamma_{\text{ст}}, \text{ М}^\circ\text{С}$	30	25	26	27	31	29	32	28	34	27
9	Порода	Бурый уголь	Каменный уголь	Каменный уголь	Каменный уголь	Песчаник	Песчаник	Каменный уголь	Каменный уголь	Глинистый и песчаный сланец	Песчаник
10	$V, \text{ м/с}$	0,5	0,75	1,0	1,5	1,0	2,0	1,5	2,0	1,0	0,5
11	$\tau, \text{ м/с}$	3	2	6	8	5	9	10	7	6	4
12	$t_{\text{н}}, ^\circ\text{С}$	8,5	2,5	3,0	2,5	7,5	8,3	7,9	4,2	8,0	7,5
13	$t_{\text{в}} = t_{\text{пб}}, ^\circ\text{С}$	24	23	20	25	23	25	24	26	24	23
14	$N_{\text{потр}}, \text{ кВт}$	70	60	50	40	100	90	50	50	100	100
15	$N_{\text{л}}, \text{ кВт}$	-	-	50	50	-	-	-	-	-	100
16	$N_{\text{тр}}, \text{ кВт}$	5	10	-	-	5	5	5	5	10	10
17	$\alpha_{\text{в}}, \text{ Па}\cdot\text{с}^2/\text{М}^2$	0,017	0,019	0,018	0,016	0,015	0,014	0,013	0,020	0,049	0,049
18	$n_{\text{л}}, \text{ чел.}$	7	6	3	3	6	5	6	6	5	8

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

Проректор по учебно-методическому комплексу



МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Б1.О.ДВ.01.03 ВЕДЕНИЕ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ

Специальность

21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль)

Электрификация и автоматизация горного производства

Автор: Батанин Ф. К., ст. преподаватель, Кочнева Л. В., ст. преподаватель

Одобрена на заседании кафедры

Безопасности горного производства

(название кафедры)

Зав. кафедрой

(подпись)

Елохин В. Е.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 20.09.2023

(Дата)

Рассмотрена методической комиссией

Горно-механического факультета

(название факультета)

Председатель

(подпись)

Осипов П.А.

(Фамилия И.О.)

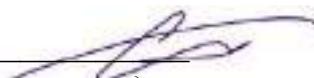
Протокол № 2 от 20.09.2023

(Дата)

Екатеринбург

Методические указания согласованы с выпускающей кафедрой электрификации горных предприятий

Заведующий кафедрой



Садовников М. Е.

подпись

ВВЕДЕНИЕ

Методические рекомендации для обучающихся по освоению учебной дисциплины

В процессе изучения учебной дисциплины следует:

1. Ознакомиться с рабочей учебной программой дисциплины. Рабочая учебная программа содержит перечень тем, которые необходимо изучить, планы лекционных и практических занятий, содержание дисциплины с указанием объема лекционных занятий, практических занятий и самостоятельной работы, перечень основной, дополнительной литературы и ресурсов информационно-коммуникационной сети «Интернет».
2. Ознакомиться с календарно-тематическим планом самостоятельной работы обучающихся.
3. Посещать теоретические (лекционные) и практические занятия.
4. При подготовке к практическим занятиям, а также при выполнении самостоятельной работы следует использовать методические указания для обучающихся.

При подготовке к практическим занятиям требуется:

- изучить теоретический материал, используя основную и дополнительную литературу, электронные ресурсы;
- ответить на вопросы тестов.

Изучение дисциплины производится в тематической последовательности. Самостоятельному изучению материала, как правило, предшествует лекция. На лекции даются указания по организации самостоятельной работы, срокам сдачи заданий, порядке проведения экзамена. Информацию о графике выполнения самостоятельных работ и критериях оценки учебной работы студента преподаватель сообщает на первой лекции курса.

Для организации и контроля учебной работы студентов используется проверка выполнения тестовых заданий. Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов (СРС) - обязательная и неотъемлемая часть учебной работы студента по данной учебной дисциплине. Объемы и виды трудозатрат по всем отдельным видам представлены в программе. Общие планируемые затраты времени на выполнение всех видов аудиторных и внеаудиторных заданий соответствуют бюджету времени работы студентов, предусмотренному учебными планами по дисциплине в текущем семестре.

Перечни аудиторных и внеаудиторных занятий и заданий (тестов), вносимых в графики СРС, определяются в соответствии с программой учебной дисциплины.

Работа с книгой

Изучать курс рекомендуется по темам, предварительно ознакомившись с содержанием каждой из них по программе. При первом чтении следует стремиться к получению общего представления об излагаемых вопросах, а также отмечать трудные или неясные моменты. При повторном изучении темы необходимо освоить все теоретические положения. Рекомендуется вникать в сущность того или иного вопроса, но не пытаться запомнить отдельные факты и явления. Изучение любого вопроса на уровне сущности, а не на уровне отдельных явлений, способствует более глубокому и прочному усвоению материала.

Для более эффективного запоминания и усвоения изучаемого материала, полезно иметь рабочую тетрадь (использовать лекционный конспект) и заносить в нее формулировки и основные понятия, новые незнакомые термины, названия, определения и т.п. Весьма целесооб-

разно пытаться систематизировать учебный материал, проводить обобщение разнообразных фактов, сводить их в таблицы. Такая методика облегчает запоминание и уменьшает объем конспектируемого материала.

Изучая курс, полезно обращаться и к предметному указателю в конце книги. Пока тот или иной раздел не усвоен, переходить к изучению новых разделов не следует. Краткий конспект курса будет полезен при повторении материала в период подготовки к экзамену.

Изучение курса должно обязательно сопровождаться выполнением необходимых упражнений и решением задач. Решение задач - один из лучших методов прочного усвоения, проверки и закрепления теоретического материала. Этой же цели служат вопросы для самопроверки и тренировочные тесты, позволяющие контролировать степень успешности изучения учебного материала.

Консультации

Изучение дисциплины проходит под руководством преподавателя на базе делового сотрудничества. В случае затруднений, возникающих при изучении учебной дисциплины, студентам следует обращаться за консультацией к преподавателю, реализуя различные коммуникационные возможности: очные консультации (непосредственно в университете в часы приема преподавателя), заочные консультации (посредством электронной почты).

САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ТЕМ КУРСА

При самостоятельном изучении теоретического курса студентам необходимо самостоятельно освоить и проработать темы теоретического курса в соответствии с учебной программой дисциплины, основательно подготовить ответы на вопросы тестов по темам программы.

Самостоятельно изучаемые вопросы курса в последующем включаются в экзаменационные билеты.

ПОВТОРЕНИЕ МАТЕРИАЛА ЛЕКЦИЙ

Для приобретения прочных знаний и выработки навыков самостоятельной работы по учебной дисциплине «Ведение аварийно-спасательных работ» необходимо повторить материал лекционных занятий, а также прочитать основную и дополнительную литературу, рекомендованную для самостоятельного изучения по данной дисциплине. Работа с материалом должна носить системный характер.

ПОДГОТОВКА К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

Для успешной подготовки к практическим занятиям студенту невозможно ограничиться слушанием лекций. Требуется предварительная самостоятельная работа студентов по теме планируемого занятия. Студенты должны предварительно поработать над конспектом, учебником, учебным пособием, чтобы основательно овладеть теорией вопроса.

ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

При подготовке к экзамену по дисциплине «Ведение аварийно-спасательных работ» обучающемуся рекомендуется:

Повторить пройденный материал и ответить на вопросы, используя конспект и материалы лекций. Если по каким-либо вопросам у студента недостаточно информации в лекционных материалах, то необходимо получить информацию из раздаточных материалов и/или учебников (литературы), рекомендованных для изучения дисциплины «Ведение аварийно-спасательных работ».

Целесообразно также дополнить конспект лекций наиболее существенными и важными тезисами для рассматриваемого вопроса.

УЧЕБНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПРИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ И ПРИ ПОДГОТОВКЕ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1. О промышленной безопасности опасных производственных объектов [Электронный ресурс]: федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ (с доп. и изм.). - Режим доступа: ИПС «КонсультантПлюс», в локальной сети вуза.

2. Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателя. [Электронный ресурс]: федеральный закон от 22.08.1995 № 151-ФЗ (с доп. и изм.). - Режим доступа: ИПС «Гарант», в локальной сети вуза.

3. Об утверждении Положения о профессиональных аварийно-спасательных службах, профессиональных аварийно-спасательных формированиях, выполняющих горноспасательные работы, и Правил расчета стоимости обслуживания объектов ведения горных работ профессиональными аварийно-спасательными службами, профессиональными аварийно-спасательными формированиями, выполняющими горноспасательные работы [Электронный ресурс]: постановление Правительства РФ от 27.04.2018 № 517. - Режим доступа: ИПС «Гарант», в локальной сети вуза.

4. Об утверждении Положения о ВГСЧ [Электронный ресурс]: постановление Правительства РФ от 28.01.2012 № 45 (с изм. и доп.). - Режим доступа: ИПС «Гарант», в локальной сети вуза.

5. Положение о проведении аттестации аварийно-спасательных служб, аварийно-спасательных формирований, спасателей и граждан, приобретающих статус спасателя [Электронный ресурс]: постановление Правительства РФ от 22.12.2011г. № 1091. - Режим доступа: ИПС «Гарант», в локальной сети вуза.

6. Положение о разработке планов мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий на опасных производственных объектах [Электронный ресурс]: постановление Правительства РФ от 15.09.2020г. № 1437. Режим доступа: ИПС «Гарант», в локальной сети вуза.

7. «Методические рекомендации о порядке составления планов ликвидации аварий при ведении работ в подземных условиях» [Электронный ресурс]: РД 15-11-2007: приказ Ростехнадзора от 24.05.2007 № 364. - Режим доступа: ИПС «КонсультантПлюс», в локальной сети вуза

8. Об утверждении табеля технического оснащения ВГСЧ [Электронный ресурс]: приказ МЧС России от 13.12.2012. № 766. - Режим доступа: ИПС «Гарант», в локальной сети вуза.

9. Руководство по организации технического обслуживания горноспасательного оснащения ФГУП «ВГСЧ» [Электронный ресурс]: приказ ФГУП «ВГСЧ» МЧС России от 27.05.2014г. № 375. – Режим доступа: ИПС «КонсультантПлюс», в локальной сети вуза

10. Нормативы организации ВГСЧ [Электронный ресурс]: приказ МЧС от 29.11.2012г. № 707. - Режим доступа: ИПС «Гарант», в локальной сети вуза.

11. Положение о прохождении службы в ВГСЧ [Электронный ресурс]: Приказ МЧС от 18.03.2013г. № 180. - Режим доступа: ИПС «КонсультантПлюс», в локальной сети вуза

12. Устав внутренней службы военизированных горноспасательных частей [Электронный ресурс]: Приказ МЧС от 31.10.2018г. № 484. - Режим доступа: ИПС «КонсультантПлюс», в локальной сети вуза

13. Порядок создания ВГК [Электронный ресурс]: приказ МЧС от 22.11.2013г. № 765 (с доп. и изм.). - Режим доступа: ИПС «Гарант», в локальной сети вуза.

14. Положение об условиях оплаты труда, предоставления гарантий и компенсаций работникам ВГСЧ [Электронный ресурс]: приказ МЧС от 03.11.2015г № 581. - Режим доступа: ИПС «Гарант», в локальной сети вуза.

15. Устав ВГСЧ по организации и ведению горноспасательных работ [Электронный ресурс]: приказ МЧС России от 09.06.2017 № 251. - Режим доступа: ИПС «КонсультантПлюс», в локальной сети вуза

16. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых» [Электронный ресурс]: приказ Ростехнадзора от 8.12.2020 № 505. – Режим доступа: ИПС «КонсультантПлюс», в локальной сети вуза.

17. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Инструкция по локализации и ликвидации последствий аварий на опасных производственных объектах, на которых ведутся горные работы» [Электронный ресурс]: приказ Ростехнадзора от 11.12.2020 г. № 520. - Режим доступа: ИПС «Гарант», в локальной сети вуза.



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО
«Уральский государственный
горный университет»**

М. Л. Хазин

Б1.О.ДВ.02.02 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ В МАШИНОСТРОЕНИИ

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ
СТУДЕНТОВ**

21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль)
Электрификация и автоматизация горного производства

форма обучения: очная, заочная

Екатеринбург

X12

Рецензент: Ю. Н. Жуков, профессор, доктор технических наук (УрФУ)

Учебное пособие рассмотрено на заседании кафедры
Эксплуатации горного оборудования 09 октября 2020 (протокол № 2)
и рекомендовано для издания в УГГУ

Хазин М. Л.

X12 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ В МАШИНОСТРОЕНИИ: методические указания по самостоятельной работе студентов направления подготовки 21.05.04 Горное дело. - Екатеринбург: Изд-во, УГГУ, 2021. – 14 с.

Для студентов направления подготовки 21.05.04 Горное дело. Представлены современные конструкционные материалы, которые будут использоваться в горных машинах и оборудовании в ближайшие десятилетия. Данная работа позволяет учащимся ориентироваться в широкой номенклатуре материалов, осуществлять подбор по физико-механическим характеристикам с целью обеспечения наивысшего качества и точности изготавливаемых конструкций.

Табл. 2. Библ. 9 назв.

© Хазин М. Л., 2021
© Уральский государственный
горный университет, 2021

Оглавление

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ.....	5
1.1. Цель преподавания дисциплины.....	5
1.2. Задачи изучения дисциплины.....	5
1.3. Место дисциплины в структуре ОПОП.....	5
1.4. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины	5
2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	6
2.1. Наименование тем, их содержание, объем в часах.....	6
2.2. Распределение часов по темам и видам занятий.....	6
3. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВКЕ СТУДЕНТОВ.....	7
3.1. Методические рекомендации по самостоятельной подготовке теоретического материала	8
3.2. Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям	10
3.3. Методические рекомендации по подготовке практико- ориентированного задания	11
3.4. Контроль знаний студентов.....	11
4. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	13
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	13
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	14

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цель дисциплины

Цель дисциплины: формирование научного и практического представления о структуре и свойствах материалов, позволяющих решать задачи, возникающие при выполнении профессиональных функций.

1.2. Задачи изучения дисциплины

Основная задача дисциплины – подготовка студентов к применению навыков разработки систем по обеспечению экологической и промышленной безопасности при производстве работ по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, строительству и эксплуатации подземных объектов.

Для этого необходимо:

- развитие у обучаемых знаний и навыков, необходимых для выбора материалов;
- ознакомление обучаемых с методами стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий;
- обучение студентов применению полученных практических и теоретических знаний при обеспечении качества и надежности горных машин и оборудования.

1.3. Место дисциплины в структуре ОПОП

Место дисциплины в структуре ОПОП: Дисциплина «МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ В МАШИНОСТРОЕНИИ» является дисциплиной обязательной, части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана по направлению подготовки 21.05.04 «Горное дело» специализации Электрификация и автоматизация горного производства.

1.4. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

В процессе изучения дисциплины формируются общепрофессиональные компетенции и индикаторы достижения компетенции.

ПК-1: Способен демонстрировать знание и понимание фундаментальных наук, а также знания в междисциплинарных областях, позволяющие решать современные прикладные инженерные задачи;

ОПК-16.1 Принимает участие в разработке систем автоматического анализа и контроля экологической ситуации и промышленной безопасности

ОПК-16.2 Продумывает и предлагает мероприятия по улучшению существующей системы контроля экологической ситуации и промышленной безопасности.

В результате изучения дисциплины студенты должны:

Знать:

- общую классификацию материалов, их характерные свойства, области применения;
- типовые методы измерения параметров и свойств материалов;

Уметь:

- выбирать материалы с необходимым комплексом физико-механических характеристик;
- проводить измерения параметров материалов;

Владеть:

- навыками использования технической и справочной литературы для выбора материалов.

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Наименование и содержание тем

Тема 1: Строение, свойства и кристаллизация материалов.

Аморфная и кристаллическая структура. Кристаллизация и структура металлов и сплавов. Виды сплавов. Диаграммы состояния сплавов. Диаграмма железо-углерод. Технологии термической обработки: отжиг, закалка, отпуск, нормализация. Поверхностная закалка; химико-термическая обработка. Деформация и разрушение. Виды деформации, диаграмма деформации. Твердость, усталость, выносливость и износостойкость.

Тема 2: Конструкционные металлы и сплавы. Композиционные материалы.

Углеродистые и легированные конструкционные стали. Чугуны. Цветные металлы и их сплавы. Стекло и керамика. Пластмассы и полимеры. Классификация и виды композиционных материалов.

2.2. Распределение часов по темам и видам занятий

Тематический план изучения дисциплины для студентов очной формы обучения

№	Тема	Контактная работа обучающихся с преподавателем, час		Самостоятельная работа
		лекции	практич. занятия/	
1.	Строение, свойства и кристаллизация	8	8	42

	материалов.			
2.	Конструкционные металлы и сплавы. Композиционные материалы.	8	8	43
	ИТОГО	16	16	85

Тематический план изучения дисциплины для студентов заочной формы обучения

№	Тема	Контактная работа обучающихся с преподавателем, час		Самостоятельная работа
		лекции	практич. занятия/	
3.	Строение, свойства и кристаллизация материалов.	4	4	59
4.	Конструкционные металлы и сплавы. Композиционные материалы.	4	4	60
	ИТОГО	8	8	119

Освоение дисциплины предусматривает репродуктивные (информационные лекции, опросы, работа с книгой и т.д.); активные (доклады, работа с информационными ресурсами).

3. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВКЕ СТУДЕНТОВ

Самостоятельная работа студентов по дисциплине «материаловедение в машиностроении» позволяет сформировать знания, умения и навыки магистрантов направления подготовки 21.05.04 «Горное дело» специализации Электрификация и автоматизация горного производства.

Проверка знаний материала лекционных и практических занятий проводится в виде тестирования.

Основные цели самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление теоретических знаний и практических умений, обучающихся;
- углубление и расширение теоретических знаний, формирование умений использовать справочную документацию и дополнительную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности обучающихся, творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;

- формирование самостоятельного мышления;
- развитие исследовательских умений.

Особую важность приобретают умения обучающихся выбирать материалы для профессиональной деятельности, определять основные свойства материалов по маркам, знание свойств, классификации, характеристики применяемых в профессиональной деятельности материалов, самостоятельное применение полученных знаний и умений на практике. Методические рекомендации помогут обучающимся целенаправленно изучать материал по теме, определять свой уровень знаний и умений при выполнении самостоятельной работы.

3.1. Методические рекомендации по самостоятельной подготовке теоретического материала

Основной формой изучения курса является самостоятельная работа студента с книгой. В начале следует ознакомиться с программой курса, затем прочитать соответствующие разделы по учебнику. При изучении раздела необходимо усвоить основные понятия, термины, внимательно рассмотреть примеры и выводы. Усвоив тот или иной раздел учебника необходимо ответить на вопросы для самопроверки, приведённые в настоящих методических указаниях. Вопросы для самопроверки обращают внимание студента на наиболее важные разделы курса и дают возможность установить, всё ли главное им усвоено.

Самостоятельная работа студентов по изучению отдельных тем дисциплины включает поиск учебных пособий по данному материалу, проработку и анализ теоретического материала, самоконтроль знаний по данной теме с помощью нижеприведенных контрольных вопросов и заданий.

Контрольные вопросы

1. В чем сущность металлического, ионного и ковалентного типов связи?
2. Каковы характерные свойства металлов и чем они определяются?
3. Что такое элементарная ячейка?
4. Что такое полиморфизм?
5. Что такое параметр кристаллической решетки, плотность упаковки и координационное число?
6. Что такое мозаичная структура?
7. Виды дислокаций и их строение.
8. Каковы термодинамические условия фазового превращения?
9. Каковы параметры процесса кристаллизации?
10. Что такое переохлаждение?
11. Что такое компонент, фаза, физико-химическая система, число

степеней свободы?

12. Приведите объяснение твердого раствора, механической смеси, химического (металлического) соединения.

13. Что представляют собой твердые растворы замещения и внедрения? 4. Как строятся диаграммы состояния?

14. Объясните принцип построения кривых нагревания и охлаждения с помощью правила фаз.

15. Начертите и проанализируйте диаграмму состояния для случая образования непрерывного ряда твердых растворов.

16. Начертите и проанализируйте диаграмму состояния для случая полной нерастворимости компонентов в твердом состоянии.

17. Начертите и проанализируйте диаграмму состояния для случая образования эвтектики, состоящей из ограниченных твердых растворов.

18. Каким образом определяются состав фаз и их количественное соотношение?

19. Чем объясняется назначение процесса улучшения для конструкционной стали?

20. Как влияет степень легирования на механические свойства улучшаемой стали?

21. Какие требования предъявляются к рессорно-пружинным сталям?

22. Какие вы знаете износостойкие стали?

23. Каковы требования, предъявляемые к нержавеющей сталям?

24. Что такое композиты?

25. Как подразделяют композиты в зависимости от формы и размеров наполнителя?

26. Как подразделяют композиты по виду матрицы?

27. От чего зависят механические свойства композитов?

28. Какие композиционные материалы используют для работы при высоких температурах (жаропрочные)?

29. Что лежит в основе классификации полимеров?

30. Какие материалы относятся к обратимым и необратимым полимерам?

31. Какие вы знаете наполнители пластмасс?

32. Для чего вводят в пластмассы отвердители?

33. Приведите примеры пластиков с твердыми наполнителями.

34. Укажите область применения термопластов и реактопластов.

35. В чем преимущества пластмасс по сравнению с металлическими материалами? Каковы их недостатки?

3.2. Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям

Самостоятельная работа студентов по подготовке к практическим занятиям, включает проработку и анализ теоретического материала, а также

самоконтроль знаний по теме практического занятия с помощью нижеприведенных контрольных вопросов и заданий. При изучении тем дисциплины рекомендуется использовать литературные источники.

Контрольные вопросы

1. Какие вы знаете хладостойкие стали и сплавы? Укажите их состав, свойства и назначение.
2. Какие вы знаете жаропрочные и жаростойкие стали и сплавы? Укажите их состав, свойства и назначение.
3. Какие вы знаете материалы с высокой твердостью? Укажите их состав, свойства и назначение.
4. Какие требования предъявляются к сплавам с высокой упругостью? Приведите примеры таких сплавов с указанием их состава, структуры, свойств и области применения.
5. Приведите примеры сплавов с особенностями теплового расширения. Их состав, свойства и назначение.
6. Какие вы знаете сплавы с заданными упругими свойствами? Их состав, свойства и назначение.
7. Каковы особенности титановых сплавов и области их применения?
8. Какой термической обработке подвергают сплавы на основе титана?
9. Приведите примеры сплавов на основе титана. Укажите их состав, обработку, свойства и область применения.
10. Высокопрочные стали.
11. Как классифицируются конструкционные стали по технологии термической обработки?
12. Какие требования предъявляются к цементуемым изделиям?
13. Чем определяется выбор марки цементуемой стали для изделий различного назначения?
14. Какова термическая обработка цементуемых деталей?
15. Приведите определения основных процессов термической обработки: отжига, нормализации и закалки.
16. Какие вам известны разновидности процесса отжига и для чего они применяются?
17. Какова природа фазовых и термических напряжений?
18. Какие вам известны разновидности закалки и в каких случаях они применяются?
19. Каковы виды и причины брака при закалке?
20. Какие Вам известны группы охлаждающих сред и каковы их особенности?
21. От чего зависит прокаливаемость стали и в чем ее технологическое значение?
22. Какие вам известны технологические приемы уменьшения

деформации при термической обработке?

23. Для чего и как производится обработка холодом?

24. . В чем сущность и особенности термомеханической обработки.

3.3. Методические рекомендации по подготовке практико-ориентированного задания

Необходимо уяснить принципы обозначения сталей и сплавов. Обратить внимание на различие обозначений конструкционных и инструментальных сталей. Помнить, что одна и та же буква может обозначать различные легирующие элементы в обозначениях сталей и цветных металлов.

Примерные практико-ориентированные задания

1. Расшифруйте состав и марку сплавов КЧ30-6 и А12

2. Расшифруйте состав и марку сплавов 8Х18Н9АТ и 8Х18Н9ТА

3. Расшифруйте состав и марку сплавов 12ХГ2МТР и ТТ15К6

3.4. Контроль знаний студентов

Экзамен – форма контроля промежуточной аттестации, в результате которого обучающийся получает оценку по четырехбалльной шкале: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Экзамен проводится по расписанию.

Цель экзамена– завершить курс изучения дисциплины, проверить сложившуюся у обучающегося систему знаний, понятий, отметить степень полученных знаний, определить сформированность компетенций.

Для того чтобы быть уверенным на экзамене, необходимо ответы на наиболее трудные, с точки зрения обучающегося, вопросы подготовить заранее и тезисно записать. Запись включает дополнительные ресурсы памяти.

К экзамену необходимо начинать готовиться с первой лекции, практического (семинарского) занятия, так как материал, набираемый памятью постепенно, неоднократно подвергавшийся обсуждению, образует качественные знания, формирует необходимые компетенции.

При подготовке к экзамену следует пользоваться конспектами лекций, учебниками.

На подготовку к устному ответу обучающегося дается 40-60 минут в зависимости от объема билета. На подготовку ответа в письменной форме – не менее 120 минут.

При опоздании к началу письменного зачета - обучающийся на зачет не допускается. Использование средств связи, «шпаргалок», подсказок на зачете- является основанием для удаления обучающегося с зачета, а в зачетной ведомости проставляется оценка «не зачтено».

Для подготовки к зачету в письменной форме обучающийся должен иметь лист (несколько листов) формата А-4.

Лист (листы) формата А-4, на котором будет выполняться зачетное задание, должен быть подписан обучающимся в начале работы в правом верхнем углу. Здесь следует указать:

- Ф. И. О. обучающегося;
- группу, курс
- дату выполнения работы
- название дисциплины

Страницы листов с ответами должны быть пронумерованы.

Проверка письменных работ осуществляется преподавателем, проводившим зачет, в течение 3-х рабочих дней после его проведения. Результаты письменного зачета - объявляются путем выдачи копии зачетной ведомости старосте группы, результаты устного зачета объявляются в процессе проведения зачета- после ответа обучающегося.

Зачет - может проводиться с использованием технических средств обучения.

4. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Профессиональные пакеты программных средств:

1. Microsoft Windows 8 Professional
2. Microsoft Office Professional 2010
3. Microsoft Windows 8.1 Professional

Информационные справочные системы

ИПС «КонсультантПлюс»

ИПС «Гарант»

Базы данных

Scopus: база данных рефератов и цитирования

<https://www.scopus.com/customer/profile/display.uri>

E-library: электронная научная библиотека: <https://elibrary.ru>

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработка систем по обеспечению экологической и промышленной безопасности при производстве работ по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, строительству и эксплуатации подземных объектов является одной из важнейших составляющих

деятельности человека, без которых невозможно создание и последующее внедрение в производство наукоемких ресурсосберегающих и экологически чистых технологий и, тем самым, развитие научно-технического прогресса, определяющего будущее любого государства, в том числе и России.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Балин В. С. Конструкционные материалы: учебное пособие. - Екатеринбург: Изд-во УГГУ. 2006. - 138 с.
2. Балин В. С., Зубов В. В. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ В МАШИНОСТРОЕНИИ: учебное пособие/ 2-е изд., перераб. и доп. - Екатеринбург: УГГУ, 2012. - 202 с.
3. Балин В. С., Хазин М. Л. Стали и сплавы с особыми физическими свойствами: учебное пособие. - 3-е изд., стер. - Екатеринбург: УГГУ, 2007. - 49 с.
4. Болтон У. Конструкционные материалы: металлы, сплавы, полимеры, керамика, композиты: Карманный справочник = Engineering materials : пер. с англ. / - 2-е изд., стер. - Москва: Додэка-XXI, 2007. - 320 с.
5. Комаров О. С., Керженцева А. Ф., Макаева Г. Г. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ В МАШИНОСТРОЕНИИ в машиностроении. М.: Высшая школа. 2009. 304 с.
6. Хазин М. Л. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ В МАШИНОСТРОЕНИИ: учебно-практическое пособие, Урал. гос. горный ун-т – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2019. – 184 с.
7. Хазин М. Л. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ В МАШИНОСТРОЕНИИ: методические материалы. Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 2008. 208 с.

Учебное издание

Хазин Марк Леонтьевич

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ В МАШИНОСТРОЕНИИ:

методические указания по самостоятельной работе студентов направления
подготовки 21.05.04 Горное дело

Учебное пособие
для самостоятельной работы

Редактор В. В. Баклаева

Подписано в печать . . .20 г. Бумага писчая. Формат 60 х 84 1/16
Печать офсетная. Печ. л. 5,0. Уч.-изд. л 4,41. Тираж 50. Заказ № _____

Издательство УГГУ
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30.
Уральский государственный горный университет

Отпечатано с оригинал-макета
В лаборатории множительной техники УГГУ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

***МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ
ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ***

ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль)
Электрификация и автоматизация горного производства

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА	4
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ	4
Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса	4
Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам	5
Подготовка и написание контрольной работы	6
Подготовка к выполнению и написанию курсовой работы (проекта)	7
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ	8
Подготовка к зачёту	8
Подготовка к экзамену	8

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа студентов – это разнообразные виды деятельности студентов, осуществляемые под руководством, но без непосредственного участия преподавателя в аудиторное и/или внеаудиторное время.

Это особая форма обучения по заданиям преподавателя, выполнение которых требует активной мыслительной, поисково-исследовательской и аналитической деятельности.

Методологическую основу самостоятельной работы студентов составляет деятельностный подход, когда цели обучения ориентированы на формирование умений решать типовые и нетиповые задачи, то есть на реальные ситуации, где студентам надо проявить знание конкретной дисциплины, использовать внутрипредметные и межпредметные связи.

Цель самостоятельной работы – закрепление знаний, полученных на аудиторных занятиях, формирование способности принимать на себя ответственность, решать проблему, находить конструктивные выходы из сложных ситуаций, развивать творческие способности, приобретение навыка организовывать своё время

Кроме того самостоятельная работа направлена на обучение студента осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свой профессиональный уровень.

Самостоятельная работа реализует следующие задачи:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирование практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развитие исследовательских умений;
- получение навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные студентами работы и т. п.

ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

Основные формы организации самостоятельной работы студентов определяются следующими параметрами:

- содержание учебной дисциплины;
- уровень образования и степень подготовленности студентов;
- необходимость упорядочения нагрузки студентов при самостоятельной работе.

В соответствии с реализацией рабочей программы дисциплины в рамках самостоятельной работы студенту необходимо выполнить следующие виды работ:

для подготовки ко всем видам текущего контроля:

- повторение материала лекций;
- самостоятельное изучение курса;
- подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам;
- подготовка к контрольной работе, написание контрольной работы;
- выполнение и написание курсовой работы (проекта);

для подготовки ко всем видам промежуточной аттестации:

- подготовка к зачёту;
- подготовка к экзамену.

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета /экзамена, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов как online, так и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита контрольных и курсовых работ (проектов), защита зачётных работ в виде доклада с презентацией и др.

Текущий контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

Промежуточный контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного для сдачи экзамена / зачёта.

В методических указаниях по каждому виду контроля представлены материалы для самостоятельной работы и рекомендации по организации отдельных её видов.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса

Лекционный материал по дисциплине излагается в виде устных лекций преподавателя во время аудиторных занятий. Самостоятельная работа студента во время лекционных аудиторных занятий заключается в ведении записей (конспекта лекций).

Конспект лекций, выполняемый во время аудиторных занятий, дополняется студентом при самостоятельном внеаудиторном изучении некоторых тем курса. Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка основной и дополнительной литературы к дисциплине.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины приведён в рабочей программе дисциплины.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на повторение материала лекций и самостоятельное изучение тем курса:

для овладения знаниями:

- конспектирование текста;
- чтение основной и дополнительной литературы;
- составление плана текста;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций;
- повторная работа над учебным материалом;
- составление таблиц для систематизации учебного материала;
- изучение нормативных материалов;
- составление плана и тезисов ответа на вопросы для самопроверки;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- составление библиографических списков по изучаемым темам.

для формирования навыков и умений:

- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Вопросы для самопроверки приведены учебной литературе по дисциплине или могут быть предложены преподавателем на лекционных аудиторных занятиях после изучения каждой темы.

Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам

Практические занятия по дисциплине выступают средством формирования у студентов системы интегрированных умений и навыков, необходимых для освоения профессиональных компетенций, а также умений определять, разрабатывать и применять оптимальные методы решения профессиональных задач.

На практических занятиях происходит закрепление теоретических знаний, полученных в ходе лекций, осваиваются методики и алгоритмы решения типовых задач по образцу и вариантных задач, разбираются примеры применения теоретических знаний для практического использования, выполняются доклады с презентацией по определенным учебно-практическим, учебно-исследовательским или научным темам с последующим их обсуждением.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к практическим занятиям:

для овладения знаниями:

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- подготовка публичных выступлений;
- составление библиографических списков по изучаемым темам.

для формирования навыков и умений:

- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;

- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Лабораторные занятия по дисциплине выступают средством формирования у студентов навыков работы с использованием лабораторного оборудования, планирования и выполнения экспериментов, оформления отчётной документации по выполнению лабораторных работ.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к лабораторным занятиям:

для овладения знаниями:

- изучение методик работы с использованием различных видов и типов лабораторного оборудования;
- изучение правил безопасной эксплуатации лабораторного оборудования;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами.

для закрепления и систематизации знаний:

- составление плана проведения эксперимента;
- составление отчётной документации по результатам экспериментирования;
- аналитическая обработка результатов экспериментов.

для формирования навыков и умений:

- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- оформление отчётной документации по выполнению лабораторных работ.

Подготовка и написание контрольной работы

Контрольная работа – индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся. Контрольная работа является средством проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к контрольной работе:

для овладения знаниями:

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций;
- ответы на вопросы для самопроверки.

для формирования навыков и умений:

- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- оформление отчётной документации по выполнению контрольной работы.

Контрольная работа может быть выполнена в виде доклада с презентацией.

Доклад с презентацией – это публичное выступление по представлению полученных результатов знаний по определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной теме.

При подготовке доклада с презентацией обучающийся должен продемонстрировать умение самостоятельного изучения отдельных вопросов, структурирования основных положений рассматриваемых проблем, публичного выступления, позиционирования себя перед коллективом, навыки работы с библиографическими источниками и оформления научных текстов.

В ходе подготовки к докладу с презентацией обучающемуся необходимо:

- выбрать тему и определить цель выступления;
- осуществить сбор материала к выступлению;
- организовать работу с источниками;
- во время изучения источников следует записывать вопросы, возникающие по мере ознакомления, ключевые слова, мысли, суждения; представлять наглядные примеры из практики;
- сформулировать возможные вопросы по теме доклада, подготовить тезисы ответов на них;
- обработать материал и представить его в виде законченного доклада и презентации.

При выполнении контрольной работы в виде доклада с презентацией самостоятельная работа студента включает в себя:

для овладения знаниями:

- чтение основное и дополнительной литературы по заданной теме доклада;
- составление плана доклада;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей по теме доклада

для закрепления и систематизации знаний:

- составление плана и тезисов презентации по теме доклада;
- составление презентации;
- составление библиографического списка по теме доклада;
- подготовка к публичному выступлению;
- составление возможных вопросов по теме доклада и ответов на них.

для формирования навыков и умений:

- публичное выступление;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Варианты контрольных работ и темы докладов приведены в комплекте оценочных средств дисциплины.

Подготовка к выполнению и написанию курсовой работы (проекта)

Курсовая работа (проект) – форма контроля для демонстрации обучающимся умений работать с объектами изучения, критическими источниками, справочной и энциклопедической литературой, логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы, обосновывать и строить априорную модель изучаемого объекта или процесса, создавать содержательную презентацию выполненной работы.

При выполнении и защите курсовой работы (проекта) оценивается умение самостоятельной работы с объектами изучения, справочной литературой, логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы, обосновывать выбранную технологическую схему и принятый тип и количество оборудования, создавать содержательную презентацию выполненной работы (пояснительную записку и графический материал).

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к курсовой работе (проекту):

для овладения знаниями:

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- составление плана выполнения курсовой работы (проекта);
- составление списка использованных источников.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа учебно-методическими материалами по выполнению курсовой работы (проекта);
- изучение основных методик расчёта технологических схем, выбора и расчёта оборудования;
- подготовка тезисов ответов на вопросы по тематике курсовой работы (проекта).

для формирования навыков и умений:

- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, компоновочных чертежей;
- оформление текстовой и графической документации.

Тематика курсовых работ (проектов) приведены в комплекте оценочных средств дисциплины.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Подготовка к зачёту

Зачёт по дисциплине может быть проведён в виде теста или включать в себя защиту контрольной работы (доклад с презентацией).

Тест – это система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

При самостоятельной подготовке к зачёту, проводимому в виде теста, студенту необходимо:

- проработать информационный материал (конспект лекций, учебное пособие, учебник) по дисциплине; проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора дополнительной учебной литературы;
- выяснить условия проведения теста: количество вопросов в тесте, продолжительность выполнения теста, систему оценки результатов и т. д.;
- приступая к работе с тестом, нужно внимательно и до конца прочитать вопрос и предлагаемые варианты ответов, выбрать правильные (их может быть несколько), на отдельном листке ответов вписать цифру вопроса и буквы, соответствующие правильным ответам.

В процессе выполнения теста рекомендуется применять несколько подходов в решении заданий. Такая стратегия позволяет максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант. Не нужно тратить слишком много времени на трудный вопрос, а сразу переходить к другим тестовым заданиям, к трудному вопросу можно обратиться в конце. Необходимо оставить время для проверки ответов, чтобы избежать механических ошибок.

Зачёт также может проходить в виде защиты контрольной работы (доклад с презентацией). Методические рекомендации по подготовке и выполнению доклада с презентацией приведены в п. «Подготовка и написание контрольной работы».

Подготовка к экзамену

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме экзамена.

Билет на экзамен включает в себя теоретические вопросы и практико-ориентированные задания.

Теоретический вопрос – индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность

одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся.

Практико-ориентированное задание – средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по определенной теме.

При самостоятельной подготовке к экзамену студенту необходимо:

- получить перечень теоретических вопросов к экзамену;
- проработать пройденный материал (конспект лекций, учебное пособие, учебник) по дисциплине, при необходимости изучить дополнительные источники;
- составить планы и тезисы ответов на вопросы;
- проработать все типы практико-ориентированных заданий;
- составить алгоритм решения основных типов задач;
- выяснить условия проведения экзамена: количество теоретических вопросов и практико-ориентированных заданий в экзаменационном билете, продолжительность и форму проведения экзамена (устный или письменный), систему оценки результатов и т. д.;
- приступая к работе с экзаменационным билетом, нужно внимательно прочитать теоретические вопросы и условия практико-ориентированного задания;
- при условии проведения устного экзамена составить план и тезисы ответов на теоретические вопросы, кратко изложить ход решения практико-ориентированного задания;
- при условии проведения письменного экзамена дать полные письменные ответы на теоретические вопросы; изложить ход решения практико-ориентированного задания с численным расчётом искомых величин.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому
комплексу _____ С.А.Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ

КОММУНИКАТИВНАЯ КУЛЬТУРА ЛИЧНОСТИ

Специальность
21. 05.04 Горное дело

Направленность (профиль)

Электрификация и автоматизация горного производства

Автор: Гладкова И. В., доцент, канд. филос. н.

Одобрена на заседании кафедры

Философии и культурологии

(название кафедры)

Зав. кафедрой

(подпись)

Беляев В.П.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 18.09.2023

(Дата)

Рассмотрена методической комиссией

Горно-механический

(название факультета)

Председатель

(подпись)

Осипов П.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 20.10.2023

(Дата)

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	3
1	Методические рекомендации по работе с текстом лекций	5
2	Методические рекомендации по подготовке к опросу	8
3	Методические рекомендации по подготовке доклада (презентации)	9
4	Методические рекомендации по написанию эссе	11
5	Методические рекомендации по подготовке к семинарским занятиям	14
6	Методические рекомендации по подготовке к дискуссии	15
7	Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов	17
	Заключение	20
	Список использованных источников	21

ВВЕДЕНИЕ

Инициативная самостоятельная работа студента есть неотъемлемая составная часть учебы в вузе. В современном формате высшего образования значительно возрастает роль самостоятельной работы студента. Правильно спланированная и организованная самостоятельная работа обеспечивает достижение высоких результатов в учебе.

Самостоятельная работа студента (СРС) - это планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия, при сохранении ведущей роли студентов.

Целью СРС является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками по профилю будущей специальности, опытом творческой, исследовательской деятельности, развитие самостоятельности. Ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровней. Самостоятельная работа студента – важнейшая составная часть учебного процесса, обязательная для каждого студента, объем которой определяется учебным планом. Методологическую основу СРС составляет деятельностный подход, при котором цели обучения ориентированы на формирование умений решать типовые и нетиповые задачи, т. е. на реальные ситуации, в которых студентам надо проявить знание конкретной дисциплины. Предметно и содержательно СРС определяется государственным образовательным стандартом, действующими учебными планами и образовательными программами различных форм обучения, рабочими программами учебных дисциплин, средствами обеспечения СРС: учебниками, учебными пособиями и методическими руководствами, учебно-программными комплексами и т.д.

Самостоятельная работа студентов может рассматриваться как организационная форма обучения - система педагогических условий, обеспечивающих управление учебной деятельностью студентов по освоению знаний и умений в области учебной и научной деятельности без посторонней помощи.

Самостоятельная работа студентов проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирования практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развития исследовательских умений;
- получения навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

Самостоятельная работа студента - это особым образом организованная деятельность, включающая в свою структуру такие компоненты, как:

- уяснение цели и поставленной учебной задачи;
- четкое и системное планирование самостоятельной работы;
- поиск необходимой учебной и научной информации;
- освоение информации и ее логическая переработка;

- использование методов исследовательской, научно-исследовательской работы для решения поставленных задач;
- выработка собственной позиции по поводу полученной задачи;
- представление, обоснование и защита полученного решения;
- проведение самоанализа и самоконтроля.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы: аудиторная и внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию: текущие консультации, коллоквиум, прием и разбор домашних заданий и другие.

Внеаудиторная самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия: подготовка презентаций, составление глоссария, подготовка к практическим занятиям, подготовка рецензий, аннотаций на статью, подготовка к дискуссиям, круглым столам.

СРС может включать следующие формы работ:

- изучение лекционного материала;
- работа с источниками литературы: поиск, подбор и обзор литературы и электронных источников информации по заданной проблеме курса;
- выполнение домашних заданий, выдаваемых на практических занятиях: тестов, докладов, контрольных работ и других форм текущего контроля;
- изучение материала, вынесенного на самостоятельное изучение; подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к контрольной работе или коллоквиуму;
- подготовка к зачету, экзамену, другим аттестациям;
- написание реферата, эссе по заданной проблеме;
- выполнение расчетно-графической работы;
- выполнение курсовой работы или проекта;
- анализ научной публикации по определенной преподавателем теме, ее реферирование;
- исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах.

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета /экзамена, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения. Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов online и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

Подготовка к самостоятельной работе, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита творческих работ и электронных презентаций и др.

1. Методические рекомендации по работе с текстом лекций

На лекционных занятиях необходимо конспектировать учебный материал. Обращать внимание на формулировки, определения, раскрывающие содержание тех или иных понятий, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском мастерстве. Внимательное слушание и конспектирование лекций предполагает интенсивную умственную деятельность студента, и помогает усвоить учебный материал.

Желательно оставлять в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений, фиксировать вопросы, вызывающие личный интерес, варианты ответов на них, сомнения, проблемы, спорные положения. Рекомендуется вести записи на одной стороне листа, оставляя вторую сторону для размышлений, разборов, вопросов, ответов на них, для фиксирования деталей темы или связанных с ней фактов, которые припоминаются самим студентом в ходе слушания.

Слушание лекций - сложный вид интеллектуальной деятельности, успех которой обусловлен *умением слушать*, и стремлением воспринимать материал, нужное записывая в тетрадь. Запись лекции помогает сосредоточить внимание на главном, в ходе самой лекции продумать и осмыслить услышанное, осознать план и логику изложения материала преподавателем.

Такая работа нередко вызывает трудности у студентов: некоторые стремятся записывать все дословно, другие пишут отрывочно, хаотично. Чтобы избежать этих ошибок, целесообразно придерживаться ряда правил.

1. После записи ориентирующих и направляющих внимание данных (тема, цель, план лекции, рекомендованная литература) важно попытаться проследить, как они раскрываются в содержании, подкрепляются формулировками, доказательствами, а затем и выводами.

2. Записывать следует основные положения и доказывающие их аргументы, наиболее яркие примеры и факты, поставленные преподавателем вопросы для самостоятельной проработки.

3. Стремиться к четкости записи, ее последовательности, выделяя темы, подтемы, вопросы и подвопросы, используя цифровую и буквенную нумерацию (римские и арабские цифры, большие и малые буквы), красные строки, выделение абзацев, подчеркивание главного и т.д.

Форма записи материала может быть различной - в зависимости от специфики изучаемого предмета. Это может быть стиль учебной программы (назывные предложения), уместны и свои краткие пояснения к записям.

Студентам не следует подробно записывать на лекции «все подряд», но обязательно фиксировать то, что преподаватели диктуют – это базовый конспект, содержащий основные положения лекции: определения, выводы, параметры, критерии, аксиомы, постулаты, парадигмы, концепции, ситуации, а также мысли-маяки (ими часто являются афоризмы, цитаты, остроумные изречения). Запись лекции лучше вести в сжатой форме, короткими и четкими фразами. Каждому студенту полезно выработать свою систему сокращений, в которой он мог бы разобраться легко и безошибочно.

Даже отлично записанная лекция предполагает дальнейшую самостоятельную работу над ней (осмысление ее содержания, логической структуры, выводов). С целью доработки конспекта лекции необходимо в первую очередь прочитать записи, восстановить текст в памяти, а также исправить описки, расшифровать не принятые ранее сокращения, заполнить пропущенные места, понять текст, вникнуть в его смысл. Далее прочитать материал по рекомендуемой литературе, разрешая в ходе чтения возникшие ранее затруднения, вопросы, а также дополняя и исправляя свои записи. В ходе доработки конспекта углубляются, расширяются и закрепляются знания, а также дополняется, исправляется и совершенствуется конспект. Доработанный конспект и

рекомендуемая литература используется при подготовке к практическому занятию. Знание лекционного материала при подготовке к практическому занятию обязательно.

Особенно важно в процессе самостоятельной работы над лекцией выделить новый понятийный аппарат, уяснить суть новых понятий, при необходимости обратиться к словарям и другим источникам, заодно устранив неточности в записях. Главное - вести конспект аккуратно и регулярно, только в этом случае он сможет стать подспорьем в изучении дисциплины.

Работа над лекцией стимулирует самостоятельный поиск ответов на самые различные вопросы: над какими понятиями следует поработать, какие обобщения сделать, какой дополнительный материал привлечь.

Важным средством, направляющим самообразование, является выполнение различных заданий по тексту лекции, например, составление ее развернутого плана или тезисов; ответы на вопросы проблемного характера, (скажем, об основных тенденциях развития той или иной проблемы); составление проверочных тестов по проблеме, написание по ней реферата, составление графических схем.

По своим задачам лекции могут быть разных жанров: *установочная лекция* вводит в изучение курса, предмета, проблем (что и как изучать), а *обобщающая лекция* позволяет подвести итог (зачем изучать), выделить главное, усвоить законы развития знания, преемственности, новаторства, чтобы применить обобщенный позитивный опыт к решению современных практических задач. Обобщающая лекция ориентирует в истории и современном состоянии научной проблемы.

В процессе освоения материалов обобщающих лекций студенты могут выполнять задания разного уровня. Например: задания *репродуктивного* уровня (составить развернутый план обобщающей лекции, составить тезисы по материалам лекции); задания *продуктивного* уровня (ответить на вопросы проблемного характера, составить опорный конспект по схеме, выявить основные тенденции развития проблемы); задания *творческого* уровня (составить проверочные тесты по теме, защитить реферат и графические темы по данной проблеме). Обращение к ранее изученному материалу не только помогает восстановить в памяти известные положения, выводы, но и приводит разрозненные знания в систему, углубляет и расширяет их. Каждый возврат к старому материалу позволяет найти в нем что-то новое, переосмыслить его с иных позиций, определить для него наиболее подходящее место в уже имеющейся системе знаний.

2. Методические указания по подготовке к опросу

Самостоятельная работа обучающихся включает подготовку к устному или письменному опросу на семинарских занятиях. Для этого обучающийся изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

Письменный опрос

Письменный опрос является одной из форм текущего контроля успеваемости студента. При изучении материала студент должен убедиться, что хорошо понимает основную терминологию темы, умеет ее использовать в нужном контексте. Желательно составить краткий конспект ответа на предполагаемые вопросы письменной работы, чтобы убедиться в том, что студент владеет материалом и может аргументировано, логично и грамотно письменно изложить ответ на вопрос. Следует обратить особое внимание на написание профессиональных терминов, чтобы избежать грамматических ошибок в работе. При изучении новой для студента терминологии рекомендуется изготовить карточки, которые содержат новый термин и его расшифровку, что значительно облегчит работу над материалом.

Устный опрос

Целью устного собеседования являются обобщение и закрепление изученного курса. Студентам предлагаются для освещения сквозные концептуальные проблемы. При подготовке следует использовать лекционный материал и учебную литературу. Для более глубокого постижения курса и более основательной подготовки рекомендуется познакомиться с указанной дополнительной литературой. Готовясь к семинару, студент должен, прежде всего, ознакомиться с общим планом семинарского занятия. Следует внимательно прочесть свой конспект лекции по изучаемой теме и рекомендуемую к теме семинара литературу. С незнакомыми терминами и понятиями следует ознакомиться в предлагаемом глоссарии, словаре или энциклопедии¹.

Критерии качества устного ответа.

1. Правильность ответа по содержанию.
2. Полнота и глубина ответа.
3. Сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала).
4. Логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться профессиональной терминологией).
5. Рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели).
6. Своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе).
7. Использование дополнительного материала (приветствуется, но не обязательно для всех студентов).
8. Рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей студентов)².

¹ Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii_dlya_studentov_21.pdf

² Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: http://priab.ru/images/metod_agro/Metod_Inostran_yazyk_35.03.04_Agro_15.01.2016.pdf

Ответ на каждый вопрос из плана семинарского занятия должен быть содержательным и аргументированным. Для этого следует использовать документы, монографическую, учебную и справочную литературу.

Для успешной подготовки к устному опросу, студент должен законспектировать рекомендуемую литературу, внимательно осмыслить лекционный материал и сделать выводы. Объем времени на подготовку к устному опросу зависит от сложности темы и особенностей организации обучающимся своей самостоятельной работы.

3. Методические рекомендации по подготовке доклада (презентации)

Доклад – публичное сообщение по заданной теме, представляющее собой развернутое изложение на определенную тему, вид самостоятельной работы, который используется в учебных и внеаудиторных занятиях и способствует формированию навыков исследовательской работы, освоению методов научного познания, приобретению навыков публичного выступления, расширяет познавательные интересы, приучает критически мыслить.

При подготовке доклада используется дополнительная литература, систематизируется материал. Работа над докладом не только позволяет учащемуся приобрести новые знания, но и способствует формированию важных научно-исследовательских навыков самостоятельной работы с научной литературой, что повышает познавательный интерес к научному познанию.

Приветствуется использование мультимедийных технологий, подготовка докладов-презентаций.

Доклад должен соответствовать следующим требованиям:

- тема доклада должна быть согласована с преподавателем и соответствовать теме занятия;

- иллюстрации (слайды в презентации) должны быть достаточными, но не чрезмерными;

- материалы, которыми пользуется студент при подготовке доклада-презентации, должны соответствовать научно-методическим требованиям ВУЗа и быть указаны в докладе;

- необходимо соблюдать регламент: 7-10 минут выступления.

Преподаватель может дать тему сразу нескольким студентам одной группы, по принципу: докладчик и оппонент. Студенты могут подготовить два выступления с противоположными точками зрения и устроить дискуссию по проблемной теме. Докладчики и содокладчики во многом определяют содержание, стиль, активность данного занятия, для этого необходимо:

- использовать технические средства;
- знать и хорошо ориентироваться в теме всей презентации (семинара);
- уметь дискутировать и быстро отвечать на вопросы;
- четко выполнять установленный регламент: докладчик - 7-10 мин.; содокладчик - 5 мин.; дискуссия - 10 мин;
- иметь представление о композиционной структуре доклада.

После выступления докладчик и содокладчик, должны ответить на вопросы слушателей.

В подготовке доклада выделяют следующие этапы:

1. Определение цели доклада: информировать, объяснить, обсудить что-то (проблему, решение, ситуацию и т. п.)

2. Подбор литературы, иллюстративных примеров.

3. Составление плана доклада, систематизация материала, композиционное оформление доклада в виде печатного /рукописного текста и электронной презентации.

Общая структура доклада

Построение доклада включает три части: вступление, основную часть и заключение.

Вступление.

Вступление должно содержать:

- название презентации (доклада);
- сообщение основной идеи;
- обоснование актуальности обсуждаемого вопроса;

- современную оценку предмета изложения;
- краткое перечисление рассматриваемых вопросов;
- живую интересную форму изложения;
- акцентирование оригинальности подхода.

Основная часть.

Основная часть состоит из нескольких разделов, постепенно раскрывающих тему. Возможно использование иллюстрации (графики, диаграммы, фотографии, карты, рисунки) Если необходимо, для обоснования темы используется ссылка на источники с доказательствами, взятыми из литературы (цитирование авторов, указание цифр, фактов, определений). Изложение материала должно быть связным, последовательным, доказательным.

Задача основной части - представить достаточно данных для того, чтобы слушатели и заинтересовались темой и захотели ознакомиться с материалами. При этом логическая структура теоретического блока не должны даваться без наглядных пособий, аудио-визуальных и визуальных материалов.

Заключение.

Заключение - это ясное четкое обобщение, в котором подводятся итоги, формулируются главные выводы, подчеркивается значение рассмотренной проблемы, предлагаются самые важные практические рекомендации. Требования к оформлению доклада. Объем машинописного текста доклада должен быть рассчитан на произнесение доклада в течение 7 -10 минут (3-5 машинописных листа текста с докладом).

Доклад оценивается по следующим критериям:

<i>Критерии оценки доклада, сообщения</i>	<i>Количество баллов</i>
Содержательность, информационная насыщенность доклада	1
Наличие аргументов	1
Наличие выводов	1
Наличие презентации доклада	1
Владение профессиональной лексикой	1
Итого:	5

Электронные презентации выполняются в программе MS PowerPoint в виде слайдов в следующем порядке: • титульный лист с заголовком темы и автором исполнения презентации; • план презентации (5-6 пунктов - это максимум); • основная часть (не более 10 слайдов); • заключение (вывод). Общие требования к стилевому оформлению презентации: • дизайн должен быть простым и лаконичным; • основная цель - читаемость, а не субъективная красота; цветовая гамма должна состоять не более чем из двух-трех цветов; • всегда должно быть два типа слайдов: для титульных и для основного текста; • размер шрифта должен быть: 24–54 пункта (заголовок), 18–36 пунктов (обычный текст); • текст должен быть свернут до ключевых слов и фраз. Полные развернутые предложения на слайдах таких презентаций используются только при цитировании; каждый слайд должен иметь заголовок; • все слайды должны быть выдержаны в одном стиле; • на каждом слайде должно быть не более трех иллюстраций; • слайды должны быть пронумерованы с указанием общего количества слайдов

4. Методические рекомендации по написанию эссе

Эссе - это самостоятельная письменная работа на тему, предложенную преподавателем. Цель эссе состоит в развитии навыков самостоятельного творческого мышления и письменного изложения собственных мыслей. Писать эссе чрезвычайно полезно, поскольку это позволяет автору научиться четко и грамотно формулировать мысли, структурировать информацию, использовать основные категории анализа, выделять причинно-следственные связи, иллюстрировать понятия соответствующими примерами, аргументировать свои выводы; овладеть научным стилем речи.

Эссе должно содержать: четкое изложение сути поставленной проблемы, включать самостоятельно проведенный анализ этой проблемы с использованием концепций и аналитического инструментария, рассматриваемого в рамках дисциплины, выводы, обобщающие авторскую позицию по поставленной проблеме. В зависимости от специфики дисциплины формы эссе могут значительно дифференцироваться. В некоторых случаях это может быть анализ имеющихся статистических данных по изучаемой проблеме, анализ материалов из средств массовой информации и использованием изучаемых моделей, подробный разбор предложенной задачи с развернутыми мнениями, подбор и детальный анализ примеров, иллюстрирующих проблему и т.д.

Построение эссе - это ответ на вопрос или раскрытие темы, которое основано на классической системе доказательств.

Структура эссе

1. *Титульный лист* (заполняется по единой форме);
2. *Введение* - суть и обоснование выбора данной темы, состоит из ряда компонентов, связанных логически и стилистически.

На этом этапе очень важно правильно *сформулировать вопрос, на который вы собираетесь найти ответ в ходе своего исследования.*

3. *Основная часть* - теоретические основы выбранной проблемы и изложение основного вопроса.

Данная часть предполагает развитие аргументации и анализа, а также обоснование их, исходя из имеющихся данных, других аргументов и позиций по этому вопросу. В этом заключается основное содержание эссе и это представляет собой главную трудность. Поэтому важное значение имеют подзаголовки, на основе которых осуществляется структурирование аргументации; именно здесь необходимо обосновать (логически, используя данные или строгие рассуждения) предлагаемую аргументацию/анализ. Там, где это необходимо, в качестве аналитического инструмента можно использовать графики, диаграммы и таблицы.

В зависимости от поставленного вопроса анализ проводится на основе следующих категорий:

Причина - следствие, общее - особенное, форма - содержание, часть - целое, постоянство - изменчивость.

В процессе построения эссе необходимо помнить, что один параграф должен содержать только одно утверждение и соответствующее доказательство, подкрепленное графическим и иллюстративным материалом. Следовательно, наполняя содержанием разделы аргументацией (соответствующей подзаголовкам), необходимо в пределах параграфа ограничить себя рассмотрением одной главной мысли.

Хорошо проверенный (и для большинства — совершенно необходимый) способ построения любого эссе - использование подзаголовков для обозначения ключевых моментов аргументированного изложения: это помогает посмотреть на то, что предполагается сделать (и ответить на вопрос, хорош ли замысел). Такой подход поможет следовать точно определенной цели в данном исследовании. Эффективное использование подзаголовков - не только обозначение основных пунктов, которые необходимо осветить.

Их последовательность может также свидетельствовать о наличии или отсутствии логичности в освещении темы.

4. *Заключение* - обобщения и аргументированные выводы по теме с указанием области ее применения и т.д. Подытоживает эссе или еще раз вносит пояснения, подкрепляет смысл и значение изложенного в основной части. Методы, рекомендуемые для составления заключения: повторение, иллюстрация, цитата, впечатляющее утверждение. Заключение может содержать такой очень важный, дополняющий эссе элемент, как указание на применение (импликацию) исследования, не исключая взаимосвязи с другими проблемами.

Структура аппарата доказательств, необходимых для написания эссе

Доказательство - это совокупность логических приемов обоснования истинности какого-либо суждения с помощью других истинных и связанных с ним суждений. Оно связано с убеждением, но не тождественно ему: аргументация или доказательство должны основываться на данных науки и общественно-исторической практики, убеждения же могут быть основаны на предрассудках, неосведомленности людей в вопросах экономики и политики, видимости доказательности. Другими словами, доказательство или аргументация - это рассуждение, использующее факты, истинные суждения, научные данные и убеждающее нас в истинности того, о чем идет речь.

Структура любого доказательства включает в себя три составляющие: тезис, аргументы и выводы или оценочные суждения.

Тезис - это положение (суждение), которое требуется доказать. *Аргументы* - это категории, которыми пользуются при доказательстве истинности тезиса. *Вывод* - это мнение, основанное на анализе фактов. *Оценочные суждения* - это мнения, основанные на наших убеждениях, верованиях или взглядах. *Аргументы* обычно делятся на следующие группы:

1. *Удостоверенные факты* — фактический материал (или статистические данные).
2. *Определения* в процессе аргументации используются как описание понятий, связанных с тезисом.
3. *Законы* науки и ранее доказанные теоремы тоже могут использоваться как аргументы доказательства.

Требования к фактическим данным и другим источникам

При написании эссе чрезвычайно важно то, как используются эмпирические данные и другие источники (особенно качество чтения). Все (фактические) данные соотносятся с конкретным временем и местом, поэтому прежде, чем их использовать, необходимо убедиться в том, что они соответствуют необходимому для исследований времени и месту. Соответствующая спецификация данных по времени и месту — один из способов, который может предотвратить чрезмерное обобщение, результатом которого может, например, стать предположение о том, что все страны по некоторым важным аспектам одинаковы (если вы так полагаете, тогда это должно быть доказано, а не быть голословным утверждением).

Всегда можно избежать чрезмерного обобщения, если помнить, что в рамках эссе используемые данные являются иллюстративным материалом, а не заключительным актом, т.е. они подтверждают аргументы и рассуждения и свидетельствуют о том, что автор умеет использовать данные должным образом. Нельзя забывать также, что данные, касающиеся спорных вопросов, всегда подвергаются сомнению. От автора не ждут определенного или окончательного ответа. Необходимо понять сущность фактического материала, связанного с этим вопросом (соответствующие индикаторы? насколько надежны данные для построения таких индикаторов? к какому заключению можно прийти на основании имеющихся данных и индикаторов относительно причин и следствий? и т.д.), и продемонстрировать это в эссе. Нельзя ссылаться на работы, которые автор эссе не читал сам.

Как подготовить и написать эссе?

Качество любого эссе зависит от трех взаимосвязанных составляющих, таких как:

1. Исходный материал, который будет использован (конспекты прочитанной литературы, лекций, записи результатов дискуссий, собственные соображения и накопленный опыт по данной проблеме).

2. Качество обработки имеющегося исходного материала (его организация, аргументация и доводы).

3. Аргументация (насколько точно она соотносится с поднятыми в эссе проблемами).

Процесс написания эссе можно разбить на несколько стадий: обдумывание - планирование - написание - проверка - правка.

Планирование - определение цели, основных идей, источников информации, сроков окончания и представления работы.

Цель должна определять действия.

Идеи, как и цели, могут быть конкретными и общими, более абстрактными. Мысли, чувства, взгляды и представления могут быть выражены в форме аналогий, ассоциации, предположений, рассуждений, суждений, аргументов, доводов и т.д.

Аналогии - выявление идеи и создание представлений, связь элементов значений.

Ассоциации - отражение взаимосвязей предметов и явлений действительности в форме закономерной связи между нервно - психическими явлениями (в ответ на тот или иной словесный стимул выдать «первую пришедшую в голову» реакцию).

Предположения - утверждение, не подтвержденное никакими доказательствами.

Рассуждения - формулировка и доказательство мнений.

Аргументация - ряд связанных между собой суждений, которые высказываются для того, чтобы убедить читателя (слушателя) в верности (истинности) тезиса, точки зрения, позиции.

Суждение - фраза или предложение, для которого имеет смысл вопрос: истинно или ложно?

Доводы - обоснование того, что заключение верно абсолютно или с какой-либо долей вероятности. В качестве доводов используются факты, ссылки на авторитеты, заведомо истинные суждения (законы, аксиомы и т.п.), доказательства (прямые, косвенные, «от противного», «методом исключения») и т.д.

Перечень, который получится в результате перечисления идей, поможет определить, какие из них нуждаются в особенной аргументации.

Источники. Тема эссе подскажет, где искать нужный материал. Обычно пользуются библиотекой, Интернет-ресурсами, словарями, справочниками. Пересмотр означает редактирование текста с ориентацией на качество и эффективность.

Качество текста складывается из четырех основных компонентов: ясности мысли, внятности, грамотности и корректности.

Мысль - это содержание написанного. Необходимо четко и ясно формулировать идеи, которые хотите выразить, в противном случае вам не удастся донести эти идеи и сведения до окружающих.

Внятность - это доступность текста для понимания. Легче всего ее можно достичь, пользуясь логично и последовательно тщательно выбранными словами, фразами и взаимосвязанными абзацами, раскрывающими тему.

Грамотность отражает соблюдение норм грамматики и правописания. Если в чем-то сомневаетесь, загляните в учебник, справьтесь в словаре или руководстве по стилистике или дайте прочитать написанное человеку, чья манера писать вам нравится.

Корректность — это стиль написанного. Стиль определяется жанром, структурой работы, целями, которые ставит перед собой пишущий, читателями, к которым он обращается.

5. Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям

Семинар представляет собой комплексную форму и завершающее звено в изучении определенных тем, предусмотренных программой учебной дисциплины. Комплексность данной формы занятий определяется тем, что в ходе её проведения сочетаются выступления обучающихся и преподавателя: рассмотрение обсуждаемой проблемы и анализ различных, часто дискуссионных позиций; обсуждение мнений обучающихся и разъяснение (консультация) преподавателя; углубленное изучение теории и приобретение навыков умения ее использовать в практической работе.

По своему назначению семинар, в процессе которого обсуждается та или иная научная проблема, способствует:

- углубленному изучению определенного раздела учебной дисциплины, закреплению знаний;
- отработке методологии и методических приемов познания;
- выработке аналитических способностей, умения обобщения и формулирования выводов;
- приобретению навыков использования научных знаний в практической деятельности;
- выработке умения кратко, аргументированно и ясно излагать обсуждаемые вопросы;
- осуществлению контроля преподавателя за ходом обучения.

Семинары представляет собой *дискуссию* в пределах обсуждаемой темы (проблемы). Дискуссия помогает участникам семинара приобрести более совершенные знания, проникнуть в суть изучаемых проблем. Выработать методологию, овладеть методами анализа социально-экономических процессов. Обсуждение должно носить творческий характер с четкой и убедительной аргументацией.

По своей структуре семинар начинается со вступительного слова преподавателя, в котором кратко излагаются место и значение обсуждаемой темы (проблемы) в данной дисциплине, напоминаются порядок и направления ее обсуждения. Конкретизируется ранее известный обучающимся план проведения занятия. После этого начинается процесс обсуждения вопросов обучающимися. Завершается занятие подведением итогов обсуждения, заключительным словом преподавателя.

Проведение семинарских занятий в рамках учебной группы (20 - 25 человек) позволяет обеспечить активное участие в обсуждении проблемы всех присутствующих.

По ходу обсуждения темы помните, что изучение теории должно быть связано с определением (выработкой) средств, путей применения теоретических положений в практической деятельности, например, при выполнении функций государственного служащего. В то же время важно не свести обсуждение научной проблемы только к пересказу случаев из практики работы, к критике имеющих место недостатков. Дискуссии имеют важное значение: учат дисциплине ума, умению выступать по существу, мыслить логически, выделяя главное, критически оценивать выступления участников семинара.

В процессе проведения семинара обучающиеся могут использовать разнообразные по своей форме и характеру пособия, демонстрируя фактический, в том числе статистический материал, убедительно подтверждающий теоретические выводы и положения. В завершение обсудите результаты работы семинара и сделайте выводы, что хорошо усвоено, а над чем следует дополнительно поработать.

В целях эффективности семинарских занятий необходима обстоятельная подготовка к их проведению. В начале семестра (учебного года) возьмите в библиотеке необходимые методические материалы для своевременной подготовки к семинарам. Готовясь к конкретной теме занятия следует ознакомиться с новыми официальными документами, статьями в периодических журналах, вновь вышедшими монографиями.

6. Методические рекомендации по подготовке к дискуссии

Современная практика предлагает широкий круг типов семинарских занятий. Среди них особое место занимает *семинар-дискуссия*, где в диалоге хорошо усваивается новая информация, видны убеждения студента, обсуждаются противоречия (явные и скрытые) и недостатки. Для обсуждения берутся конкретные актуальные вопросы, с которыми студенты предварительно ознакомлены. Дискуссия является одной из наиболее эффективных технологий группового взаимодействия, обладающей особыми возможностями в обучении, развитии и воспитании будущего специалиста.

Дискуссия (от лат. discussio - рассмотрение, исследование) - способ организации совместной деятельности с целью интенсификации процесса принятия решений в группе посредством обсуждения какого-либо вопроса или проблемы.

Дискуссия обеспечивает активное включение студентов в поиск истины; создает условия для открытого выражения ими своих мыслей, позиций, отношений к обсуждаемой теме и обладает особой возможностью воздействия на установки ее участников в процессе группового взаимодействия. Дискуссию можно рассматривать как *метод интерактивного обучения* и как особую технологию, включающую в себя другие методы и приемы обучения: «мозговой штурм», «анализ ситуаций» и т.д.

Обучающий эффект дискуссии определяется предоставляемой участнику возможностью получить разнообразную информацию от собеседников, продемонстрировать и повысить свою компетентность, проверить и уточнить свои представления и взгляды на обсуждаемую проблему, применить имеющиеся знания в процессе совместного решения учебных и профессиональных задач.

Развивающая функция дискуссии связана со стимулированием творчества обучающихся, развитием их способности к анализу информации и аргументированному, логически выстроенному доказательству своих идей и взглядов, с повышением коммуникативной активности студентов, их эмоциональной включенности в учебный процесс.

Влияние дискуссии на личностное становление студента обуславливается ее целостно - ориентирующей направленностью, созданием благоприятных условий для проявления индивидуальности, самоопределения в существующих точках зрения на определенную проблему, выбора своей позиции; для формирования умения взаимодействовать с другими, слушать и слышать окружающих, уважать чужие убеждения, принимать оппонента, находить точки соприкосновения, соотносить и согласовывать свою позицию с позициями других участников обсуждения.

Безусловно, наличие оппонентов, противоположных точек зрения всегда обостряет дискуссию, повышает ее продуктивность, позволяет создавать с их помощью конструктивный конфликт для более эффективного решения обсуждаемых проблем.

Существует несколько видов дискуссий, использование того или иного типа дискуссии зависит от характера обсуждаемой проблемы и целей дискуссии.

Дискуссия- диалог чаще всего применяется для совместного обсуждения учебных и производственных проблем, решение которых может быть достигнуто путем взаимодополнения, группового взаимодействия по принципу «индивидуальных вкладов» или на основе согласования различных точек зрения, достижения консенсуса.

Дискуссия - спор используется для всестороннего рассмотрения сложных проблем, не имеющих однозначного решения даже в науке, социальной, политической жизни, производственной практике и т.д. Она построена на принципе «позиционного противостояния» и ее цель - не столько решить проблему, сколько побудить участников дискуссии задуматься над проблемой, уточнить и определить свою позицию; научить аргументировано отстаивать свою точку зрения и в то же время осознать право других иметь свой взгляд на эту проблему, быть индивидуальностью.

Условия эффективного проведения дискуссии:

- информированность и подготовленность студентов к дискуссии,
- свободное владение материалом, привлечение различных источников для аргументации отстаиваемых положений;
- правильное употребление понятий, используемых в дискуссии, их единообразное понимание;
- корректность поведения, недопустимость высказываний, задевающих личность оппонента; установление регламента выступления участников;
- полная включенность группы в дискуссию, участие каждого студента в ней.

Подготовка студентов к дискуссии: если тема объявлена заранее, то следует ознакомиться с указанной литературой, необходимыми справочными материалами, продумать свою позицию, четко сформулировать аргументацию, выписать цитаты, мнения специалистов.

В проведении дискуссии выделяется несколько этапов.

Этап 1-й, введение в дискуссию: формулирование проблемы и целей дискуссии; определение значимости проблемы, совместная выработка правил дискуссии; выяснение однозначности понимания темы дискуссии, используемых в ней терминов, понятий.

Этап 2-й, обсуждение проблемы: обмен участниками мнениями по каждому вопросу. Цель этапа - собрать максимум мнений, идей, предложений, соотнося их друг с другом.

Этап 3-й, подведение итогов обсуждения: выработка студентами согласованного мнения и принятие группового решения.

Далее подводятся итоги дискуссии, заслушиваются и защищаются проектные задания. После этого проводится "мозговой штурм" по нерешенным проблемам дискуссии, а также выявляются прикладные аспекты, которые можно рекомендовать для включения в курсовые и дипломные работы или в апробацию на практике.

Семинары-дискуссии проводятся с целью выявления мнения студентов по актуальным и проблемным вопросам.

7. Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов

Экзамен - одна из важнейших частей учебного процесса, имеющая огромное значение.

Во-первых, готовясь к экзамену, студент приводит в систему знания, полученные на лекциях, семинарах, практических и лабораторных занятиях, разбирается в том, что осталось непонятным, и тогда изучаемая им дисциплина может быть воспринята в полном объеме с присущей ей строгостью и логичностью, ее практической направленностью. А это чрезвычайно важно для будущего специалиста.

Во-вторых, каждый хочет быть волевым и сообразительным., выдержанным и целеустремленным, иметь хорошую память, научиться быстро находить наиболее рациональное решение в трудных ситуациях. Очевидно, что все эти качества не только украшают человека, но и делают его наиболее действенным членом коллектива. Подготовка и сдача экзамена помогают студенту глубже усвоить изучаемые дисциплины, приобрести навыки и качества, необходимые хорошему специалисту.

Конечно, успех на экзамене во многом обусловлен тем, насколько систематически и глубоко работал студент в течение семестра. Совершенно очевидно, что серьезно продумать и усвоить содержание изучаемых дисциплин за несколько дней подготовки к экзамену просто невозможно даже для очень способного студента. И, кроме того, хорошо известно, что быстро выученные на память разделы учебной дисциплины так же быстро забываются после сдачи экзамена.

При подготовке к экзамену студенты не только повторяют и дорабатывают материал дисциплины, которую они изучали в течение семестра, они обобщают полученные знания, осмысливают методологию предмета, его систему, выделяют в нем основное и главное, воспроизводят общую картину с тем, чтобы яснее понять связь между отдельными элементами дисциплины. Вся эта обобщающая работа проходит в условиях напряжения воли и сознания, при значительном отвлечении от повседневной жизни, т. е. в условиях, благоприятствующих пониманию и запоминанию.

Подготовка к экзаменам состоит в приведении в порядок своих знаний. Даже самые способные студенты не в состоянии в короткий период зачетно-экзаменационной сессии усвоить материал целого семестра, если они над ним не работали в свое время. Для тех, кто мало занимался в семестре, экзамены принесут мало пользы: что быстро пройдено, то быстро и забудется. И хотя в некоторых случаях студент может «проскочить» через экзаменационный барьер, в его подготовке останется серьезный пробел, трудно восполняемый впоследствии.

Определив назначение и роль экзаменов в процессе обучения, попытаемся на этой основе пояснить, как лучше готовиться к ним.

Экзаменам, как правило, предшествует защита курсовых работ (проектов) и сдача зачетов. К экзаменам допускаются только студенты, защитившие все курсовые работы (проекты) и сдавшие все зачеты. В вузе сдача зачетов организована так, что при систематической работе в течение семестра, своевременной и успешной сдаче всех текущих работ, предусмотренных графиком учебного процесса, большая часть зачетов не вызывает повышенной трудности у студента. Студенты, работавшие в семестре по плану, подходят к экзаменационной сессии без напряжения, без излишней затраты сил в последнюю, «зачетную» неделю.

Подготовку к экзамену следует начинать с первого дня изучения дисциплины. Как правило, на лекциях подчеркиваются наиболее важные и трудные вопросы или разделы дисциплины, требующие внимательного изучения и обдумывания. Нужно эти вопросы выделить и обязательно постараться разобраться в них, не дожидаясь экзамена, проработать их, готовясь к семинарам, практическим или лабораторным занятиям, попробовать самостоятельно решить несколько типовых задач. И если, несмотря на это, часть материала осталась неувоенной, ни в коем случае нельзя успокаиваться, надеясь

на то, что это не попадет на экзамене. Факты говорят об обратном; если те или другие вопросы учебной дисциплины не вошли в экзаменационный билет, преподаватель может их задать (и часто задает) в виде дополнительных вопросов.

Точно такое же отношение должно быть выработано к вопросам и задачам, перечисленным в программе учебной дисциплины, выдаваемой студентам в начале семестра. Обычно эти же вопросы и аналогичные задачи содержатся в экзаменационных билетах. Не следует оставлять без внимания ни одного раздела дисциплины: если не удалось в чем-то разобраться самому, нужно обратиться к товарищам; если и это не помогло выяснить какой-либо вопрос до конца, нужно обязательно задать этот вопрос преподавателю на предэкзаменационной консультации. Чрезвычайно важно приучить себя к умению самостоятельно мыслить, учиться думать, понимать суть дела. Очень полезно после проработки каждого раздела восстановить в памяти содержание изученного материала, кратко записав это на листе бумаги, создать карту памяти (умственную карту), изобразить необходимые схемы и чертежи (логико-графические схемы), например, отобразить последовательность вывода теоремы или формулы. Если этого не сделать, то большая часть материала останется не понятой, а лишь формально заученной, и при первом же вопросе экзаменатора студент убедится в том, насколько поверхностно он усвоил материал.

В период экзаменационной сессии происходит резкое изменение режима работы, отсутствует посещение занятий по расписанию. При всяком изменении режима работы очень важно скорее приспособиться к новым условиям. Поэтому нужно сразу выбрать такой режим работы, который сохранился бы в течение всей сессии, т. е. почти на месяц. Необходимо составить для себя новый распорядок дня, чередуя занятия с отдыхом. Для того чтобы сократить потерю времени на включение в работу, рабочие периоды целесообразно делать длительными, разделив день примерно на три части: с утра до обеда, с обеда до ужина и от ужина до сна.

Каждый рабочий период дня надо заканчивать отдыхом. Наилучший отдых в период экзаменационной сессии - прогулка, кратковременная пробежка или какой-либо неутомительный физический труд.

При подготовке к экзаменам основное направление дают программа учебной дисциплины и студенческий конспект, которые указывают, что наиболее важно знать и уметь делать. Основной материал должен прорабатываться по учебнику (если такой имеется) и учебным пособиям, так как конспекта далеко недостаточно для изучения дисциплины. Учебник должен быть изучен в течение семестра, а перед экзаменом сосредоточьте внимание на основных, наиболее сложных разделах. Подготовку по каждому разделу следует заканчивать восстановлением по памяти его краткого содержания в логической последовательности.

За один - два дня до экзамена назначается консультация. Если ее правильно использовать, она принесет большую пользу. Во время консультации студент имеет полную возможность получить ответ на нее и ясные ему вопросы. А для этого он должен проработать до консультации все темы дисциплины. Кроме того, преподаватель будет отвечать на вопросы других студентов, что будет для вас повторением и закреплением знаний. И еще очень важное обстоятельство: преподаватель на консультации, как правило, обращает внимание на те вопросы, по которым на предыдущих экзаменах ответы были неудовлетворительными, а также фиксирует внимание на наиболее трудных темах дисциплины. Некоторые студенты не приходят на консультации либо потому, что считают, что у них нет вопросов к преподавателю, либо полагают, что у них и так мало времени и лучше самому прочитать материал в конспекте или в учебнике. Это глубокое заблуждение. Никакая другая работа не сможет принести столь значительного эффекта накануне экзамена, как консультация преподавателя.

Но консультация не может возместить отсутствия длительной работы в течение семестра и помочь за несколько часов освоить материал, требующийся к экзамену. На

консультации студент получает ответы на трудные или оставшиеся неясными вопросы и, следовательно, дорабатывается материал. Консультации рекомендуется посещать, подготовив к ним все вопросы, вызывающие сомнения. Если студент придет на консультацию, не проработав всего материала, польза от такой консультации будет невелика.

Итак, *основные советы* для подготовки к сдаче зачетов и экзаменов состоят в следующем:

- лучшая подготовка к зачетам и экзаменам - равномерная работа в течение всего семестра;
- используйте программы учебных дисциплин - это организует вашу подготовку к зачетам и экзаменам;
- учитывайте, что для полноценного изучения учебной дисциплины необходимо время;
- составляйте планы работы во времени;
- работайте равномерно и ритмично;
- курсовые работы (проекты) желательно защищать за одну - две недели до начала зачетно-экзаменационной сессии;
- все зачеты необходимо сдавать до начала экзаменационной сессии;
- помните, что конспект не заменяет учебник и учебные пособия, а помогает выбрать из него основные вопросы и ответы;
- при подготовке наибольшее внимание и время уделяйте трудным и непонятным вопросам учебной дисциплины;
- грамотно используйте консультации;
- соблюдайте правильный режим труда и отдыха во время сессии, это сохранит работоспособность и даст хорошие результаты;
- учитесь владеть собой на зачете и экзамене;
- учитесь точно и кратко передавать свои мысли, поясняя их, если нужно, логико-графическими схемами.

Очень важным условием для правильного режима работы в период экзаменационной сессии является нормальный сон, иначе в день экзамена не будет чувства бодрости и уверенности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методические указания по выполнению самостоятельной работы обучающихся являются неотъемлемой частью процесса обучения в вузе. Правильная организация самостоятельной работы позволяет обучающимся развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, способствует формированию навыков совершенствования профессионального мастерства. Также внеаудиторное время включает в себя подготовку к аудиторным занятиям и изучение отдельных тем, расширяющих и углубляющих представления обучающихся по разделам изучаемой дисциплины.

Таким образом, обучающийся используя методические указания может в достаточном объеме усвоить и успешно реализовать конкретные знания, умения, навыки и получить опыт при выполнении следующих условий:

- 1) систематическая самостоятельная работа по закреплению полученных знаний и навыков;
- 2) добросовестное выполнение заданий;
- 3) выяснение и уточнение отдельных предпосылок, умозаключений и выводов, содержащихся в учебном курсе;
- 4) сопоставление точек зрения различных авторов по затрагиваемым в учебном курсе проблемам; выявление неточностей и некорректного изложения материала в периодической и специальной литературе;
- 5) периодическое ознакомление с последними теоретическими и практическими достижениями в области управления персоналом;
- 6) проведение собственных научных и практических исследований по одной или нескольким актуальным проблемам для *HR*;
- 7) подготовка научных статей для опубликования в периодической печати, выступление на научно-практических конференциях, участие в работе студенческих научных обществ, круглых столах и диспутах по проблемам управления персоналом.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально - ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://evolkov.net/case/case.study.html/>
2. Методические рекомендации по написанию реферата. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.hse.spb.ru/edu/recommendations/method-referat-2005.phtml>
3. Фролова Н. А. Реферирование и аннотирование текстов по специальности (на материале немецкого языка): Учеб. пособие / ВолгГТУ, Волгоград, 2006. - С.5.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ

Препринт по учебно-методическому
Комплексу _____ С.А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

**Б2.В.01 (П) ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПРАКТИКА
часть 1**

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль)
Электрификация и автоматизация горного производства

Автор: Стариков В. С. канд. техн. наук, доцент

Одобрена на заседании кафедры

Электрификации горных предприятий

(название кафедры)

Зав. кафедрой

(подпись)

Садовников М. Е.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 01.09.2023

(Дата)

Рассмотрена методической комиссией
факультета

Горно-механический

(название факультета)

Председатель

(подпись)

Осипов П. А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 20.10.2023

(Дата)

Екатеринбург

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ПРАКТИКИ

Подготовка высококвалифицированного специалиста может быть успешной только при правильном сочетании теоретических знаний, полученных в ВУЗе, и практических навыков, приобретенных студентами во время прохождения производственных практик.

При прохождении первой производственной практики перед студентами ставятся следующие цели:

- закрепить теоретические и практические знания, полученные при изучении естественно-научных и специальных дисциплин;
- изучить должностные инструкции электрослесаря, электромонтера, электрика, мастера цеха, участка;
- изучить технологический процесс и оборудование одного из производств;
- получить представление об особенностях эксплуатации и ремонта машин и оборудования, об их оснащении электрическими устройствами и системами;
- получить практические навыки по организации производства, эксплуатации и ремонту электромеханического оборудования.

Для достижения указанных целей необходимо решить следующие задачи:

- изучить правила устройства электроустановок, правила безопасности при эксплуатации электроустановок;
- детально изучить основные и вспомогательные технологические процессы, и организацию производства предприятия, на котором проходит практика;
- ознакомиться с электромеханическим оборудованием технологических процессов, специфическими требованиями к нему, условиями и особенностями его эксплуатации;
- изучить условия применения электроэнергии на предприятии;
- ознакомиться с применением и общим устройством систем автоматического управления;
- получить основные сведения об охране труда и окружающей среды;
- изучить структуру электромеханической службы на предприятии;
- собрать исходные данные для курсового проектирования на 4-м курсе.

2. РАБОЧЕЕ МЕСТО СТУДЕНТА И БАЛАНС ВРЕМЕНИ

Перед выездом на предприятие студент подписывает обходной лист, получает на кафедре ЭГП путевку-удостоверение с подписями ответственных лиц, заверенную печатью университета.

При прохождении первой производственной практики рабочими местами студентов могут быть: ученик электрослесаря, электрослесарь, электромонтер, электрик.

Во время практики студенты являются членами коллектива подразделений предприятия, подчиняются правилам внутреннего распорядка и выполняют распоряжения администрации как штатные работники.

Практика студентов на предприятиях организуется по приказу руководителя, которым определяется порядок проведения практики, ее задачи, мероприятия по созданию студентам необходимых условий выполнения программы практики, обеспечению общежитием, спецодеждой и т.п. Определяется порядок допуска студентов к работе, проведение инструктажа по технике безопасности и охране труда.

Общая продолжительность практики 6 недель. За время практики студент должен подготовиться и сдать экзамен на квалификацию электрослесаря (электромонтера, электрика) и получить удостоверение на право работы.

При выезде на практику студенты должны иметь при себе следующие документы: паспорт, военный билет, студенческий билет или приписное свидетельство, справку о состоянии здоровья, выданную поликлиникой УГГУ, трудовую книжку (при ее наличии).

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО СОСТАВЛЕНИЮ ОТЧЕТА

Отчет составляется каждым студентом на производстве. Во время практики студент ведет дневник, в котором записывает все сведения, полученные на производстве. Дневник, отчет о практике и путевка-удостоверение являются основными документами, по которым осуществляется оценка деятельности студента на практике.

В путевке-удостоверении на предприятии проставляется дата прибытия и выезда студента с предприятия, руководителем практики от предприятия дается краткий отзыв-характеристика. Путевка-удостоверение скрепляется подписями ответственных лиц и печатями.

Отчет по практике должен состоять из двух частей:

общей части, выполненной в соответствии с программой практики;

индивидуальной части, посвященной конкретной работе студента на рабочей должности (в ней содержится описание работ, выполненных студентом, либо при его участии).

Общий объем отчета – 30 - 40 страниц.

При составлении отчета необходимо дать критическую оценку процессам производства и его организации.

В отчете должны быть упрощенные схемы, рисунки, эскизы, которые нумеруются и на них делаются ссылки в тексте.

Громоздкие схемы должны быть переработаны и сокращены до структурных или функциональных так, чтобы при сохранении сущности они имели разумный для отчета объем.

К отчету должны быть приложены:

1. Документы о сдаче экзамена на квалификацию электрослесаря (электромонтера).
2. Производственная характеристика студента на практике.
3. Путевка-удостоверение.

Отчет сдается на кафедру в 3-х дневный срок после начала занятий для проверки. В течение двух недель после начала осеннего семестра студент защищает отчет перед комиссией кафедры.

Получение неудовлетворительной оценки по практике влечет отчисление из университета.

4. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА ПО ПЕРВОЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКЕ

4.1. Общие сведения о предприятии

Название предприятия, его местоположение, краткая история развития. Состав предприятия, назначение его сооружений и цехов.

4.2. Технология и электромеханическое оборудование технологических процессов

В этой части отчета должны быть отражены следующие вопросы (в зависимости от места прохождения практики):

а) Для шахт и рудников.

Вскрытие месторождения, система разработки. Оборудование очистных и подготовительных работ, стационарные установки (подъемные, водоотливные, вентиляционные, компрессорные): назначение, устройство, технические характеристики, основные сведения об управлении и автоматизации. Электроснабжение машин и установок подземных горных работ.

б) Для открытых горных работ.

Краткая геологическая характеристика месторождения, технология добычи полезного ископаемого. Характеристики технологического оборудования на очистных и вскрышных работах. Транспорт полезного ископаемого. Схемы электрооборудования основных механизмов. Электроснабжение машин и установок открытых горных работ.

с) *Для обогатительных фабрик.*

Характеристика полезного ископаемого, перерабатываемого на фабрике. Технология обогащения полезного ископаемого, схема цепи аппаратов фабрики. Подготовительные технологические процессы (дробление, измельчение), технология, оборудование. Основные технологические процессы (флотация, магнитная сепарация, отсадка и т.д.). Технология, оборудование. Схемы электроснабжения основных механизмов.

д) *Для промышленных предприятий.*

Общие сведения о предприятии, структура предприятия. Характеристика перерабатываемого сырья и выпускаемой продукции. Описание технологического процесса.

Типы и характеристики технологического оборудования. Электроснабжение основных технологических объектов и установок. Электропривод основных технологических механизмов.

4.3. Внешнее электроснабжение предприятия

Основные сведения о внешнем электроснабжении предприятия: источник питания, питающие линии, уровни напряжения и основное оборудование подстанций. Общие принципы распределения электроэнергии внутри предприятия. Основные требования по обеспечению электробезопасности.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Для выполнения *курсовой работы по дисциплине «Электрический привод»*, необходимо собрать следующие материалы:

1. Виды электроприводов, используемых на основных технологических механизмах. Основные характеристики технологических машин, установок и электрических двигателей.

2. Виды пуска электроприводов. Способы регулирования скорости вращения электроприводов. Основные технико-экономические показатели регулирования электроприводов. Система регулирования, используемая в электроприводах. Способы и технические средства электрического торможения электроприводов. Схема автоматического управления электроприводом технологической установки.

3. Коэффициент полезного действия электропривода и коэффициент мощности, коэффициент загрузки электродвигателей основных механизмов предприятия.

Приложение 2

Для выполнения *курсового проекта по дисциплине «Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов»* необходимо собрать следующие материалы:

1. Сведения об электроприводе главных механизмов машин и установок основных объектов технологического комплекса предприятия: переменного или постоянного тока; регулируемый или нерегулируемый; способы регулирования скорости вращения электропривода; тип системы электропривода постоянного тока (Г-Д или ТП-Д с указанием типа возбудителя); переменного тока (преобразователь переменного напряжения ППН-АД, преобразователь частоты ПЧ-АД, каскадные схемы и т.п.); необходимость и способы ограничения нагрузок в электроприводе. Схема силовой части электропривода одного из основных механизмов машины и дать ее описание.

2. Структура системы управления электроприводом (какие переменные регулируются, виды обратных связей, обратные связи по регулируемым переменным заведены на один сумматор или на отдельные регуляторы). Структурная и функциональная схемы электропривода одного из основных механизмов машины или установки.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор учебно-методическому

Комитету

С.А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

**Б2.В.02 (П) ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПРАКТИКА,
часть 2**

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль)
Электрификация и автоматизация горного производства

Автор: Стариков В. С. канд. техн. наук, доцент

Одобрена на заседании кафедры

Электрификации горных предприятий

(название кафедры)

Зав. кафедрой

(подпись)

Садовников М. Е.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 01.09.2023

(Дата)

Рассмотрена методической комиссией

факультета

Горно-механический

(название факультета)

Председатель

(подпись)

Осипов П. А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 20.10.2023

(Дата)

Екатеринбург

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ПРАКТИКИ

Вторая производственная практика является продолжением учебного процесса в условиях производственного предприятия. Основной целью практики является детальное ознакомление с организацией электромеханической службы данного предприятия, монтажом, эксплуатацией, ремонтом и наладкой автоматизированного электропривода и электрооборудования (ЭО).

При прохождении практики перед студентами ставятся следующие задачи:

закрепить и расширить теоретические знания, полученные при изучении специальных и общепрофессиональных дисциплин: электрические машины, электрические привод, теория электропривода, автоматизированный электропривод ТПМ и ТК, основы электроснабжения и электротехнические системы, механическое оборудование горных предприятий, надежность и диагностика электрооборудования, основы энергосбережения, системы управления электроприводов, с учетом применения этих знаний в практической работе специалиста на производстве.

Во время прохождения второй производственной практики студент должен изучить следующие технические и организационные стороны работы предприятия:

- организация технологического процесса на производственные предприятия с расстановкой оборудования по основным технологическим операциям;
- вспомогательные технологические процессы, обеспечивающие основную деятельность предприятия (вентиляция, воздухо- и теплоснабжение, водоотлив и т.д.);
- структура и организация электромеханической службы предприятия;
- организация эксплуатации и ремонта электромеханического оборудования, в том числе применение индустриальных методов монтажа и ремонта ЭО, современных инструментов и приспособлений для диагностики неисправностей, испытаний ЭО после ремонта и в процессе эксплуатации;
- организационные и технические мероприятия по соблюдению ПТЭ и ПБ при эксплуатации электрооборудования;
- автоматизация технологических комплексов и применение автоматизированного электропривода.

2. ПОРЯДОК ПРОХОЖДЕНИЯ ПРАКТИКИ

Вторая производственная практика проводится на горном или промышленном предприятии на 8-м семестре после окончания 4-го курса. Продолжительность практики 6 недель.

Ознакомление студентов с настоящей программой и выдачу индивидуальных заданий производит перед отъездом на практику руководитель практики от кафедры.

Перед отъездом на практику необходимо подписать и сдать обходной лист.

В случае, когда студент к моменту окончания 8-го семестра выбрал тему и согласовал ее с руководителем выпускной квалификационной работы специалиста (ВКР), индивидуальное задание на практику выдает руководитель ВКР.

Изменение места прохождения практики после получения путевки не допускается. Предприятие не может направить студента для прохождения практики на другое предприятие.

По прибытию к месту прохождения практики студент должен предъявить путевку в отдел кадров предприятия.

Все организационные вопросы по прохождению практики, допуску студентов к необходимым материалам и документам осуществляет руководитель практики от предприятия, назначенный приказом или распоряжением по предприятию. В период практики студенты являются членами трудового коллектива одного из структурных подразделений

предприятия, подчиняются правилам внутреннего распорядка, нормам трудового законодательства и выполняют свои обязанности на рабочих местах в соответствии с должностными инструкциями.

Вторую производственную практику студенты могут проходить на рабочем месте электрослесаря по ремонту и обслуживанию электрооборудования, электрика или электромонтера (в соответствии со штатным расписанием предприятия), либо дублером указанных специалистов. Допускается прохождение производственной практики на других вакантных рабочих местах при безусловном выполнении требований по сбору сведений практического характера, предусмотренных настоящей программой.

Распределение времени при прохождении второй производственной практики:

- оформление на предприятие, изучение правил техники безопасности, допуск к работе – 1 неделя;
- работа на рабочих местах или дублирование, сбор материала – 4 недели;
- оформление отчета – 1 неделя.

При отъезде на практику необходимо иметь при себе паспорт, студенческий билет, трудовую книжку, военный билет или приписное свидетельство, путевку-удостоверение, справку о состоянии здоровья, выданную поликлиникой университета.

3. СОДЕРЖАНИЕ ВТОРОЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ

Во время второй производственной практики студенты должны систематически и самостоятельно собирать, и анализировать материалы, связанные с решением задач производственной практики и собирать исходные данные для курсового проектирования и выполнения ВКР.

Примерный перечень сведений и вопросов, обязательных для изучения и отражения в отчете, приведен ниже.

3.1. Технологические процессы на предприятии

Общие сведения о предприятии: местоположение, краткая характеристика предприятия, общие сведения о технологии предприятия, инфраструктуре (транспорт, водоотлив, вентиляция, освещение и т.п.).

Основное технологическое оборудование и установки: назначение, конструктивные особенности, основные характеристики.

Стационарные машины и установки предприятия. Назначение, технические характеристики.

3.2. Электромеханическое оборудование и электроснабжение машин и установок предприятия

Основное электромеханическое оборудование предприятия.

Назначение, устройство и эксплуатация основного электрооборудования предприятия: трансформаторные подстанции, распределительные устройства и распределительные пункты, приключательные пункты, коммутационные аппараты, релейная защита.

Эксплуатация, ремонт и испытания элементов электрических сетей, коммутационной и защитной аппаратуры характерные неисправности, методы технической диагностики электроаппаратуры и сетей, настройка и проверка защиты от аварийных и ненормальных режимов работы и т.п.).

Применяемые на предприятии способы и схемы управления энергосбережением.

Устройство и контроль защитного заземления, зануления.

Ремонт и эксплуатация электрических машин. Структура электроремонтных цехов и участков на предприятии. Разборка и дефектация электродвигателей при ремонте. Механический ремонт деталей и узлов. Сборка асинхронных двигателей после ремонта. Испытания двигателей после ремонта.

Техническая диагностика и ремонт трансформаторов и электрооборудования. Технология ремонта и электрических испытаний.

Ремонт и эксплуатация воздушных линий напряжением до 35 кВ. Общие требования к воздушным линиям электропередачи. Осмотр линий электропередачи.

Защитные средства при эксплуатации электроустановок. Средства индивидуальной защиты. Правила пользования защитными средствами. Испытание средств защиты.

Организационные и технические мероприятия при производстве работ в электроустановках: подготовка работ, допуск к работе, производство работ. ПБ при работе в электроустановках.

Энергетические показатели: удельный расход электроэнергии, стоимость электроэнергии. Мероприятия по рациональному расходованию электроэнергии, компенсации реактивной мощности, регулированию напряжения.

3.3. Электропривод машин и установок

Электропривод основных и вспомогательных механизмов. Технические данные электрических машин. Схема силовой части электропривода. Функциональные и структурные схемы систем управления электроприводом. Защиты и блокировки. Частотно-регулируемый электропривод переменного тока. Задачи модернизации электропривода на предприятии. Регламенты наладки, обслуживания и ремонта электропривода.

3.4. Автоматизация машин и установок технологического комплекса предприятия

Автоматизация технологических комплексов предприятия.

Системы автоматического управления технологическими комплексами, машинами и механизмами на предприятии. Назначение и функциональные структуры этих систем. Аппаратура автоматизации, контроля, защиты и сигнализации. Устройство и принцип действия средств автоматизации технологических комплексов на предприятии. Профилактика, техническое обслуживание и ремонт электронных приборов, преобразователей, микропроцессорных средств, систем контроля и управления на базе микропроцессоров и микроЭВМ.

Связь и диспетчеризация.

3.5. Экономика предприятия и организация производства

Штаты трудящихся, профессиональный состав. Себестоимость конечного продукта по предприятию. Калькуляция себестоимости. Прибыль и рентабельность производства.

Структура управления предприятием.

3.6. Техника безопасности и охрана окружающей среды

Организация службы и мероприятия по охране труда и окружающей среды, техника безопасности, промышленная санитария. Противопожарные мероприятия.

3.7. Собственные наблюдения и выводы

Оценка уровня технического прогресса на предприятии.

Основные сведения о внедренных на предприятии новых разработках электромеханического оборудования и автоматизации машин и установок, их экономическая эффективность, мероприятия по энергосбережению.

Личная оценка увиденного и изученного на предприятии. Предложения по улучшению технической оснащенности производства, организации производства и сбыта продукции, условий работы на предприятии.

3.8. Исходные данные для курсового проектирования

В период практики студенты должны собрать исходный материал для курсового и дипломного проектирования, предусмотренного учебным планом специализации по дисциплинам «Автоматизация технологических комплексов горных предприятий», «Электрификация горных производств» и «Системы управления электроприводов».

Исходные данные для курсового проектирования собираются и включаются в отчет по перечню в соответствии с приложениями.

4. ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА ПО ПРАКТИКЕ

Отчетным документом по второй производственной практике является технический отчет. Он составляется во время прохождения практики на предприятии.

Отчет рекомендуется составлять из трех частей:

- общей части, выполненной на основе раздела 3 настоящей программы;
- индивидуальной части, в которой дается описание конкретной работы практиканта на рабочей должности, выполненной студентом непосредственно или при его участии;
- специальной части, соответствующей полученному студентом перед отъездом на практику индивидуальному заданию.

Общий объем отчета 30 ... 40 страниц.

В отчете должны быть помещены схемы, рисунки, эскизы, которые нумеруются и на них делаются ссылки в тексте. Громоздкие схемы должны быть переработаны и помещены так, чтобы при сохранении существа имели разумный для отчета объем.

Страницы отчета нумеруются, а графический материал вклеивается в соответствующие места или представляются в виде приложения в отдельной папке. В конце отчета помещается список использованной литературы и оглавление.

Отчет обязательно просматривается руководителем практики от предприятия, который дает предварительную оценку, отмечая выполнение студентом программы практики и качество освещения поставленных в ней вопросов.

Отчет и отзыв заверяются подписью руководителя и печатью предприятия.

К отчету должны быть приложены:

1. Документы о сдаче экзамена на квалификационную группу по ТБ в электроустановках;
2. Краткая производственная характеристика студента.
3. Дневник прохождения практики.
4. Путевка-удостоверение с записями о прохождении практики и печатью предприятия.

В недельный срок после начала занятия отчет должен быть сдан на кафедру ЭГП для проверки. После этого студент публично защищает отчет перед комиссией кафедры с получением оценки. Защита отчетов должна быть проведена в течение двух недель после начала семестра.

В случае неудовлетворительной оценки, или отрицательной производственной характеристики, либо самовольного сокращения продолжительности практики, последняя не засчитывается, что влечет за собой отчисление из университета.

ПЕРЕЧЕНЬ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ НА ВТОРУЮ ПРОИЗВОДСТВЕННУЮ ПРАКТИКУ

В индивидуальное задание входит подробное описание одного из перечисленных ниже вопросов:

1. Существующий порядок приемки в эксплуатацию вновь смонтированного электрооборудования.
2. Порядок приемки в эксплуатацию смонтированных воздушных и кабельных ЛЭП.
3. Испытание и определение мест повреждения в кабельных ЛЭП.

4. Эксплуатация осветительных установок.
5. Профилактические испытания и измерения на линиях электропередачи.
6. Обслуживание подстанций и распределительных устройств.
7. Организация, содержание и сроки осмотров, ремонта и профилактических испытаний электрооборудования подстанций и распределительных устройств.
8. Осмотр электроприводов и контроль за их работой при техническом обслуживании.
9. Техническое обслуживание и текущий ремонт электроаппаратуры.
10. Ремонт кабелей со свинцовой и поливинилхлоридной оболочкой.
11. Неисправности трансформаторов и организация их ремонта.
12. Разборка и дефектация асинхронных электродвигателей при ремонте.
13. Ремонт деталей и узлов электродвигателей.
14. Разборка и дефектация электрических машин постоянного и переменного тока при ремонте.
15. Микропроцессорные системы контроля.
16. Микропроцессорные системы управления электроприводами.
17. Применение микро-ЭВМ в системах контроля и управления.
18. Тиристорные преобразователи для двигателей постоянного тока мощностью до 20-30 кВт.
19. Тиристорные преобразователи для двигателей постоянного тока большой мощности.
20. Преобразователи частоты для электродвигателей переменного тока.
21. Тиристорные коммутационные устройства (пускатели).
22. Автоматизированный электропривод экскаваторов.
23. Автоматизированный электропривод драг и установок гидромеханизации.
24. Автоматизированный электропривод буровых станков.
25. Автоматизированный электропривод стационарных установок (подъемные машины, вентиляторы, компрессоры, водоотлив и др.).
26. Системы автоматизации технологических комплексов и установок.

Примечания:

1. Тема индивидуального задания может быть самостоятельно скорректирована или изменена студентом по реальным условиям прохождения практики.
2. Невыполнение индивидуального задания не допускается.
3. Материалы производственной практики используются в качестве базы для курсового проектирования.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

***Исходные данные для выполнения курсового проекта
по дисциплине «Электрификация горных производств»***

I. Предприятие - шахта, рудник

Для выполнения курсового проекта необходимо во время второй производственной практики собрать следующие данные:

1. Наименование шахты, рудника, производственного объединения и т.п.
2. Характеристика месторождения: мощность пласта, угол падения пласта, крепость пород, пылегазовый режим, схема подготовки шахтного поля, глубина откаточного гори-

зонта, система разработки, способ управления кровлей, размер панели (этажа) по простиранию и по падению, длина лавы, суточная добыча, подвигание очистного забоя в сутки и за месяц.

3. Общие сведения о принятой системе разработки полезного ископаемого.

4. Горно-технологическое оборудование очистного (подготовительного забоя и участкового транспорта). Основные технические характеристики машин и механизмов, установленных на участке.

5. Система электроснабжения участка. Трансформаторы участковой подстанции, количество, места установки и шаг передвижки передвижной участковой понизительной подстанции (ПУПП). Кабельная сеть участка. Максимальная токовая защита и коммутационные аппараты.

6. Сигнализация, автоматизация и связь на участке.

7. Аэрогазовый контроль и защита.

8. Техничко-экономические и энергетические показатели по участку. Списочный штат рабочих по очистному забою. Организация работ в очистном забое.

9. Вопросы электробезопасности.

II. Предприятие – карьер, разрез

Для успешного выполнения курсового проекта необходимо во время второй производственной практики собрать следующие данные:

1. Наименование, месторасположение горного предприятия.

2. Краткая горно-геологическая характеристика месторождения.

3. Система разработки.

4. Применяемые горные машины и транспорт. Техническая характеристика этих машин.

5. Схема электроснабжения экскаваторов, буровых станков (провода, кабели, ПКТП, приключательные пункты, соединительные муфты и др.).

6. Однолинейная схема электроснабжения.

7. Схема воздушных и кабельных линий карьера на плане горных работ.

8. Система освещения карьера, применяемое оборудование.

9. Релейная защита электроприемников на открытых горных работах.

10. Заземление, конструкция и место расположения главных заземлителей. Заземляющая сеть и ее исполнение. Местные заземлители.

11. Техничко-экономические показатели электрохозяйства карьеров.

Дополнительный материал собирается по индивидуальному заданию, выдаваемому в соответствии со специальным вопросом проекта перед отъездом на практику руководителем проекта.

III. Предприятие – обогатительные фабрики

Собранные в ходе второй производственной практики материалы должны обеспечить расчет и проектирование системы электроснабжения обогатительной фабрики (промышленного предприятия), и должны включать в себя следующие данные (применительно к одному из производственных цехов, участков, отделений, объектов и т.п.):

1. Внешнее электроснабжение предприятия, принципиальная схема, источники питания, величина питающего напряжения, характеристика питающих ЛЭП.

2. Главная понизительная подстанция фабрики (ГПП). Число и мощность трансформаторов, их типы и характеристика. Вводное распрестройство предприятия, принципиальная схема, место расположения, конструктивные особенности, основное электрооборудование, планы, разрезы ВРУ ВН и РУНН. Молниезащита ГПП.

3. Основные виды защиты, применяемые на ГПП, их характеристика, типы реле.

4. Внутреннее электроснабжение фабрики (предприятия), принципиальная схема и ее особенности, прокладка сетей внутреннего электроснабжения по промплощадке фабрики (предприятия), использование шинопроводов, способы подключения электроприемников к магистралям и распределителям.

5. Описание существующего силового электрооборудования с указанием номинальной мощности, режима работы, коэффициента мощности, степени загрузки и т.д.

6. Система освещения с указанием числа и типа светильников, мощности ламп, схемы питания и коммутационной аппаратуры.

7. Расположение и конструктивные особенности цеховых ТП-10-6/0,4 и РП-0,4 кВ.

8. Аппаратура управления силовыми электроприемниками (шкафы и блоки управления, пусковая аппаратура, защита, силовые шкафы и сборки), место установки.

9. Принципиальная схема электроснабжения цеха, отделения, участка, объекта и т.п. Обеспечение надежности электроснабжения, аппаратура управления и защиты напряжением до 1000 В.

10. Конструктивное выполнение системы электроснабжения цеха, схема разводки кабельных сетей, способ прокладки, типы и марка основных кабелей, проводов и шинопроводов.

11. Защитное заземление и зануление, конструкция и место расположения главных заземлителей, разводка заземляющей сети и ее исполнение. Акты скрытых работ.

12. Системы контроля и учета электроэнергии, тарифы, плата за электроэнергию.

Приложение 2

***Исходные данные для выполнения курсовой работы
по дисциплине «Автоматизация технологических комплексов горных предприятий»***

Для выполнения курсовой работы в период второй производственной практики необходимо собрать следующие материалы:

1. Сведения о технологическом комплексе как объекте автоматизации. Назначение. Краткое описание технологического комплекса. Технологическая характеристика машин, механизмов, процессов. Основные статические и динамические характеристики объекта автоматизации. Основные параметры, характеризующие процесс.

2. Процессы автоматизации. Функциональная схема системы автоматизации. Функциональные уровни системы автоматизации. Характеристика основных элементов. Передаточные функции отдельных элементов системы.

3. Датчики контроля параметров процесса, их характеристики, статические и динамические свойства датчиков.

4. Регуляторы, их передаточные функции, обратные связи, их передаточные функции.

Интерфейсы и протоколы обмена данными. Контроллеры, модули ввода-вывода. Аппаратура уровня низовой автоматизации. Аппаратура управления технологическими процессами. Программные средства, аппаратура уровня диспетчерского контроля.

5. Принципиальная схема системы автоматизации и ее описание.

Для выполнения курсовой работы необходимо иметь функциональную и принципиальную схемы системы автоматизации.

Приложение 3

***Исходные данные для выполнения курсовой работы
по дисциплине «Системы управления электроприводов»***

Для выполнения курсовой работы в период второй производственной практики необходимо собрать следующие материалы (применительно к одному из регулируемых электроприводов машины, установки):

1. Схема цепей защит и блокировок электропривода.
2. Функциональная схема системы управления.
3. Структурная схема системы управления электропривода.
4. Технологическая программа контроллера управления электроприводом.
5. Данные о наладке системы управления (стопорный ток (момент), установленный темп разгона и замедления, тахограмма движения, передаточные функции регуляторов).
6. Описание системы управления электроприводом.
7. Решения по рекуперации энергии.
8. Решения по обеспечению электромагнитной совместимости электропривода с питающей сетью и электродвигателем.

АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Методические материалы по производственной составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом по специальности 21.05.04 *Горное дело* специализации подготовки *Электрификация и автоматизация горного производства*.

Программа содержит цели и задачи производственной практики, место производственной практики в структуре основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) высшего образования (ВО), компетенции студентов, формируемые в результате прохождения практики, структуру и содержание отчета по практике, оценочные средства для аттестации по производственной практике.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ПРОХОЖДЕНИЯ ПРАКТИКИ

1.1 Производственная практика обеспечивает готовность выпускников, освоивших программу специалитета *Электрификация и автоматизация горного производства*, решать следующие профессиональные задачи согласно видам деятельности:

в области производственно-технологической деятельности (ПТД):

- осуществлять техническое руководство работами по обеспечению функционирования оборудования и технических систем горного производства;
- разрабатывать, согласовывать и утверждать нормативные документы, регламентирующие порядок выполнения работ, связанных с переработкой и обогащением твердых полезных ископаемых, строительством и эксплуатацией подземных сооружений, эксплуатацией оборудования, обеспечивать выполнение требований технической документации на производство работ, действующих норм, правил и стандартов;
- разрабатывать и реализовывать мероприятия по повышению экологической безопасности горного производства;
- разрабатывать и реализовывать мероприятия по совершенствованию и повышению технического уровня горного производства, обеспечению конкурентоспособности организации в современных экономических условиях;
- создавать и (или) эксплуатировать оборудование и технические системы обеспечения эффективной и безопасной реализации технологических процессов при производстве работ по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации технических систем подземных объектов различного назначения;

в области организационно-управленческой деятельности (ОУД):

- организовывать свой труд и трудовые отношения в коллективе на основе современных методов, принципов управления, передового производственного опыта, технических, финансовых, социальных и личностных факторов;
- контролировать, анализировать и оценивать действия подчиненных, управлять коллективом исполнителей, в том числе в аварийных ситуациях;
- организовывать работу по повышению собственного профессионального уровня и знаний работников, их обучению и аттестации в соответствии с требованиями Федерального закона «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» и требованиями нормативных документов;
- проводить технико-экономический анализ, комплексно обосновывать принимаемые и реализуемые оперативные решения, изыскивать возможности повышения эффективности

производства, содействовать обеспечению подразделений предприятия необходимыми техническими данными, нормативными документами, материалами, оборудованием;

- осуществлять работу по совершенствованию производственной деятельности, разработку проектов и программ развития предприятия (подразделений предприятия);
- анализировать процессы горного, горно-строительного производств и комплексы используемого оборудования как объекты управления;

в области научно-исследовательской деятельности (НИД):

- планировать и выполнять теоретические, экспериментальные и лабораторные исследования, обрабатывать полученные результаты с использованием современных информационных технологий;
- осуществлять патентный поиск, изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований;
- разрабатывать модели процессов, явлений, оценивать достоверность построенных моделей с использованием современных методов и средств анализа информации;
- составлять отчеты по научно-исследовательской работе самостоятельно или в составе творческих коллективов;
- проводить сертификационные испытания (исследования) качества продукции горного предприятия, используемого оборудования, материалов и технологических процессов;
- использовать методы прогнозирования и оценки уровня промышленной безопасности на производственных объектах, обосновывать и реализовывать действенные меры по снижению производственного травматизма;

в области проектной деятельности (ПД):

- проводить технико-экономическую оценку эффективности использования технологического оборудования;
- выполнять расчеты технологических процессов, производительности технических средств комплексной механизации работ, пропускной способности транспортных систем горных предприятий, составлять графики организации работ и календарные планы развития производства;
- обосновывать проектные решения по обеспечению промышленной и экологической безопасности, экономической эффективности производств по эксплуатационной разведке, добыче и переработке полезных ископаемых, при строительстве и эксплуатации подземных объектов;
- разрабатывать необходимую техническую документацию в составе творческих коллективов и самостоятельно;
- осуществлять проектирование технических систем предприятий по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также строительству подземных объектов с использованием современных систем автоматизированного проектирования.

1.2. При прохождении производственной практики перед студентами ставятся следующие **цели**:

- закрепить теоретические и практические знания, полученные при изучении дисциплин профессионального цикла;
- изучить права и обязанности электротехнического и электротехнологического персонала, мастера цеха, участка;

- изучить технологический процесс, технологическое и электрооборудование электротехнического комплекса одного из производств;
- получить практические навыки по организации производства, эксплуатации и ремонту электромеханического оборудования горных и промышленных предприятий;
- приобрести профессиональные умения и опыт профессиональной деятельности;
- изучить вопросы обеспечения безопасности жизнедеятельности на предприятии;
- ознакомиться с мероприятиями по защите окружающей среды;
- ознакомиться с экономической деятельностью предприятия.
- собрать необходимый материал для выполнения выпускной квалификационной работы.

1.3. Для достижения указанных целей необходимо решить следующие *задачи*:

- ознакомиться с организационной структурой предприятия (организации), характеристикой и показателями работы;
- ознакомиться с должностными и иными инструкциями применительно к конкретному рабочему месту;
- изучить основные и вспомогательные технологические процессы и организацию производства на предприятии;
- изучить условия использования электрической энергии на предприятии;
- изучить структуру электромеханической службы на предприятии;
- ознакомиться с электромеханическим оборудованием технологических процессов, специфическими требованиями к нему, условиями и особенностями его эксплуатации;
- ознакомиться с автоматизацией технологических комплексов и применением автоматизированного электропривода;
- ознакомиться с мероприятиями по энергосбережению;
- освоить организационные и технические мероприятия по соблюдению ПТЭ и ПБ при эксплуатации электроустановок;
- получить основные сведения об охране труда, производственной санитарии и охране окружающей среды.

2. МЕСТО ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Производственная практика содержательно и методически связана с дисциплинами: «Электрические и электронные аппараты», «Основы электроснабжения горных предприятий», «Электробезопасность на горных предприятиях», «Надежность и диагностика электрооборудования», «Стационарные машины и установки», «Электроснабжение и электрооборудование горного производства», «Автоматизированный электропривод машин и установок горного производства», «Системы управления электроприводов машин и установок горного производства». «Автоматика машин и установок горного производства», «Монтаж и эксплуатация электроустановок».

Производственная практика содержит элементы, необходимые для выполнения научно-исследовательской работы и является базой для выполнения выпускной квалификационной работы.

Практика дает возможность расширения и углубления базовых знаний и навыков для успешной профессиональной деятельности.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПРОХОЖДЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ

В результате прохождения производственной практики студент должен приобрести профессиональные компетенции и компетенции в области специализации *Электрификация и автоматизация горного производства* (ПСК), соотнесенные с общими целями ОПОП ВО.

В результате прохождения производственной практики студент должен:

1) **знать:** организацию технологического процесса на предприятии; вспомогательные технологические процессы и оборудование, обеспечивающие основную деятельность предприятия; особенности систем внешнего и внутреннего электроснабжения горных предприятий; особенности конструктивного исполнения линий электропередач горных предприятий; виды исполнения рудничного электрооборудования; характеристики и регулировочные свойства электроприводов машин и установок горного производства; принципы синтеза систем управления электроприводами машин и оборудования горного производства; основы автоматики машин и установок промышленных предприятий; особенности средств и систем автоматики при добыче и переработке минерального сырья; организационные и технические мероприятия по соблюдению ПТЭ и Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок потребителей, а так же требования отраслевых НТД по безопасному устройству и безопасной эксплуатации электроустановок горных предприятий.

2) **уметь:** применять, эксплуатировать и производить выбор электрооборудования систем электроснабжения горных предприятий; обосновать выбор средств автоматизации машин и установок горного производства; эффективно применять средства и системы защиты от поражения электрическим током.

3) **владеть** навыками практического выбора схем электроснабжения объектов различного назначения; навыками выбора оборудования систем электроснабжения горных и промышленных предприятий; навыками производства испытаний электроустановок, электромонтажных и пуско-наладочных работ; навыками выполнения ремонтов электромеханического оборудования предприятий.

4. ФОРМЫ ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИКИ

Форма проведения производственной практики – выездная.

5. МЕСТО И ВРЕМЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИКИ

Для прохождения производственной практики студент направляется на горное или промышленное предприятие, управление или организацию.

Возможные места проведения производственной практики: промышленные предприятия ООО «УГМК», АО "Первоуральский завод горного оборудования", АО "Золотодобывающая компания "Полюс", АО "ЕВРАЗ КГОК "Ванадий", АО "Машиностроительный завод им. Воровского", АО "Северский трубный завод", АО "Карабашмедь", АО "НИИПроектАсбест", АО "Свердловский завод трансформаторов тока", АО МПСО "Шахтспецстрой", АО "Селигдар", АО "Вишневогорский ГОК", АО "Шахта "Интауголь", АО "Серебро Магадана", ОАО "Уралэлектромедь", АО "Южуралзолото группа компаний", АО "Челябинский металлургический комбинат", АО "Екатеринбургские лесные машины", АО "ЗМК"Магнум", АО "Золотодобывающая компания "Полюс".

Перечень мест и условий прохождения производственной практики составляется на основе договоров на прохождение практики и доводится до сведения студентов за два-три месяца до начала практики.

Прохождение производственной практики осуществляется на основании договора между университетом и предприятием. Имеется типовая форма договора.

6. ПОРЯДОК ПРОХОЖДЕНИЯ ПРАКТИКИ

Ознакомление студентов с настоящей программой, оформление путевки-удостоверения на практику и выдачу индивидуальных заданий производит руководитель практики от кафедры ЭГП.

Приказом по университету устанавливаются общие сроки проведения практики, день выезда на предприятие и возвращения с него, список допущенных к практике студентов.

Перед отъездом на практику студенту очной формы обучения в течение одной недели после окончания весенней сессии, **независимо от наличия задолженностей**, необходимо получить в деканате, подписать и сдать на кафедре ЭГП обходной лист, получить на кафедре ЭГП оформленную путевку-удостоверение.

Студенты заочной формы обучения проходят производственную практику по месту своего постоянного местожительства.

В случае, когда к моменту отъезда на практику студент выбрал тему и согласовал ее с руководителем выпускной квалификационной работы специалиста (ВКРИ), индивидуальное задание на практику выдает руководитель ВКРИ.

Изменение места прохождения практики после получения путевки не допускается. Предприятие не может направить студента для прохождения практики на другое предприятие.

По прибытию к месту прохождения практики студент должен предъявить путевку в отдел кадров предприятия.

Все организационные вопросы по прохождению практики, допуску студентов к необходимым материалам и документам осуществляет руководитель практики от предприятия, назначенный приказом или распоряжением по предприятию. В период практики студенты являются членами трудового коллектива одного из структурных подразделений предприятия, подчиняются правилам внутреннего распорядка, нормам трудового законодательства и выполняют свои обязанности на рабочих местах в соответствии с должностными инструкциями.

Производственную практику студенты могут проходить на рабочем месте электрослесаря по ремонту и обслуживанию электрооборудования, электрика или электромонтера (в соответствии со штатным расписанием предприятия), либо дублером указанных специалистов. Допускается прохождение производственной практики на других вакантных рабочих местах при безусловном выполнении требований по сбору сведений практического характера, предусмотренных настоящей программой.

Желательно, чтобы за время практики студент смог подготовиться и сдать экзамен на квалификацию электрослесаря (электромонтера, электрика, электромонтажника) и получить удостоверение о группе допуска на право работы в электроустановках.

Распределение времени при прохождении производственной практики:

оформление на предприятие, изучение правил техники безопасности, допуск к работе – 1 неделя;

работа на рабочих местах или дублирование, сбор материала – 8 недель;

оформление отчета – 1 неделя.

При отъезде на практику необходимо иметь при себе паспорт, студенческий билет, трудовую книжку, военный билет или приписное свидетельство, путевку-удостоверение, справку о состоянии здоровья, выданную поликлиникой университета.

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО СОСТАВЛЕНИЮ ОТЧЕТА

Во время производственной практики студенты должны систематически и самостоятельно собирать и анализировать материалы, связанные с решением задач производственной практики и собирать исходные данные для выполнения ВКРИ.

Отчет составляется каждым студентом на производстве. Во время практики студент ведет дневник, в котором записывает все сведения, полученные на производстве. Дневник, отчет о практике и путевка-удостоверение являются основными документами, по которым осуществляется оценка деятельности студента на практике.

В путевке-удостоверении на предприятии проставляется дата прибытия и выезда студента с предприятия, руководителем практики от предприятия дается краткий отзыв-характеристика. Путевка-удостоверение скрепляется подписями ответственных лиц и печатями.

Отчет по практике должен состоять из двух частей:

1) *общей части*, выполненной в соответствии с программой практики и включающей описание и количественные характеристики по разделам:

общие сведения о предприятии;

технологические процессы на предприятии (технология горных работ, организация технологического процесса);

стационарные машины и установки (основное механическое оборудование);

электроснабжение предприятия;

электроснабжение и электрооборудование одного из электротехнических комплексов;

электропривод машин и установок;

автоматизация комплекса и автоматизация учета и контроля энергоресурсов;

объекты и процессы для внедрения научно-технических достижений;

охрана труда и техника безопасности при эксплуатации электромеханического оборудования и обслуживании электроустановок;

производственные и экономические показатели предприятия;

2) *индивидуальной части*, посвященной конкретной работе студента на рабочей должности (в ней содержится описание работ, выполненных студентом, либо при его участии).

Общий объем отчета – 30 - 40 страниц.

При составлении отчета необходимо дать критическую оценку процессам производства и его организации.

В отчете должны быть упрощенные схемы, рисунки, эскизы, которые нумеруются и на них делаются ссылки в тексте.

Громоздкие схемы должны быть переработаны и сокращены до структурных или функциональных так, чтобы при сохранении сущности они имели разумный для отчета объем.

К отчету должны быть приложены:

1. Документы о сдаче экзамена на квалификацию электрослесаря (электромонтера).

2. Производственная характеристика студента на практике.

3. Путевка-удостоверение.

Отчет сдается на кафедре ЭГП в 3-х дневный срок после начала занятий для проверки.

В течение двух недель после начала следующего за практикой семестра студент защищает отчет перед комиссией кафедры.

8. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА ПО ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКЕ

Общие сведения о предприятии. Название предприятия, его местоположение, краткая история развития. Состав предприятия, назначение его сооружений и цехов.

Технологические процессы на предприятии. Описание и технические показатели технологических процессов на предприятии согласно табл. 3

Таблица 3 – Содержание и графические материалы раздела *Технологические процессы на предприятии*

Способ добычи, обогащения, технология	Содержание раздела	Графические материалы раздела
Подземный	<p>Краткая геологическая характеристика месторождения. Вскрытие месторождения, система разработки, технология добычи полезного ископаемого. Количество разрабатываемых пластов и залежей, число рабочих горизонтов. Число и характеристика стволов. Промышленные запасы шахтного поля. Срок службы шахты. Основная сеть капитальных и подготовительных выработок. Глубина шахты, годовая производительность шахты.</p> <p>Система разработки, паспорт крепления. Характеристика угольного пласта или рудной залежи. Схема транспорта на участке, механизация трудоемких работ в забоях, характеристики оборудования. Количество рабочих по профессиям, производительность труда в забое при выполнении отдельных операций. Расход крепежного материала на 1 т. добытого полезного ископаемого. Сечение наклонных и горизонтальных выработок, восстающих, бремсбергов и ходков. Механизация подготовительных работ, характеристика оборудования.</p>	<p>Схема вскрытия, схема вентиляции, поперечное сечение выработок, схема транспорта.</p>
Открытый	<p>Краткая геологическая характеристика месторождения. Климатические условия. Промышленное развитие района, расположение потребителей продукции. Состояние разработок на данный момент, перспективы развития.</p> <p>Вскрытие месторождения, система разработки, технология добычи полезного ископаемого. Годовая производительность предприятия по полезному ископаемому и породе. Текущий коэффициент вскрытия. Характеристика полезного ископаемого (трещиноватость, крепость, коэффициент разрыхления), Глубина карьера проектная, фактическая. Углы откоса бортов, количество рабочих горизонтов. Элементы системы разработки (высота уступа, ширина площадки, ширина заходки и т. д.) Существующий способ вскрытия. Размеры капитальных и разрезных траншей, применяемые способы их проходки. Организация буровзрывных, погрузочных и транспортных работ. Производительность экскаватора. Скорость продвижения забоев. Количество рабочих смен в сутки, продолжительность смены.</p> <p>Место расположения отвалов. Описание способа отвалообразования, высота отвальных уступов. Количество отвальных тупиков, приемная способность тупика в смену. Периодичность передвижки тупиков. Тип отвалообразователей, их производительность. Рекультивация выработанного пространства и отвалов.</p>	<p>План промышленного района, конструкция рабочей площадки, схема экскаваторной заходки, план карьера с указанием расположения основного технологического оборудования, общий план отвала.</p>
Обогащение руд	<p>Характеристика полезного ископаемого, перерабатываемого на фабрике. Технология обогащения полезного ископаемого, схема цепи аппаратов фабрики. Подготовительные технологические процессы (дробление, измельчение), технология, оборудование. Основные технологические процессы (флотация, магнитная сепарация, отсадка и т.д.). Технология, оборудование.</p>	<p>Схема цепи аппаратов, план расположения технологического оборудования.</p>

Производство строительных материалов	Характеристика полезного ископаемого, перерабатываемого на предприятии. Технология производства строительных материалов, схема цепи аппаратов комплекса. Подготовительные технологические процессы (дробление, измельчение).	Схема цепи аппаратов.
--------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------

Стационарные машины и установки. Описание и технические показатели стационарных установок и основного механического оборудования согласно табл. 4.

Таблица 4 – Содержание и графические материалы раздела *Стационарные машины и установки*

Способ добычи, обогащения, технология	Содержание раздела	Графические материалы раздела
Подземный	<p>Вентиляторы главного проветривания, компрессорная станция, подъемная установка, водоотливная станция. Типы вентиляторов, их число и характеристика, привод, системы управления, обслуживания и ремонта. Вопросы ТБ при эксплуатации вентиляторных установок.</p> <p>Компрессоры: типы, число, схема подключения. Схема компрессорной станции с указанием основного и вспомогательного оборудования. Правила эксплуатации и ремонта. Основные неисправности и методы их устранения. Правила безопасности при эксплуатации компрессорных станций. Система охлаждения.</p> <p>Подъемные машины: тип, размеры органов навивки и копровых шкивов подъемной установки. Тип и мощность привода. Тип и грузоподъемность подъемных сосудов. Разгрузочные и загрузочные устройства. Вопросы ТБ рудничного подъема.</p> <p>Центральная водоотливная установка. Притоки воды. Тип, число и характеристики насосов, объем водосборников. Схема водоотлива. Прокладка трубопроводов по стволу, отвод воды на поверхности. Правила безопасности при эксплуатации насосов. Неисправности и методы их устранения.</p>	Схемы установок (вентиляторных, компрессорных, водоотливных и подъемных).
Открытый	<p>Тип и количество буровых станков, их паспортные данные. Конструкция бурового инструмента.</p> <p>Тип и модели экскаваторов, их характеристики. Продолжительность цикла, длительность отдельных операций. Штат экскаваторной бригады.</p> <p>Тип, характеристика и количество машин и механизмов, применяемых для осушения и проветривания карьера. Притоки воды в карьере - нормальный и максимальный. Транспорт на карьере. Род тяги, тип применяемых машин, характеристика. Уклоны, радиусы кривых. Длительность погрузки и транспортировки. Скорость транспортировки. Производительность единицы транспорта. Производство путевых работ, способы передвижения путей в забоях. Механизация путевых работ.</p>	Схема транспорта.
Обогащение руд	Основное технологическое оборудование процессов флотации, магнитной сепарации, отсадки и т.д.	План расположения технологического оборудования
Производство строительных материалов	Характеристика полезного ископаемого, перерабатываемого на предприятии. Технология производства строительных материалов, схема цепи аппаратов комплекса. Подготовительные технологические процессы (дробление, измельчение).	План расположения технологического оборудования.

Электроснабжение предприятия. Основные сведения о внешнем электроснабжении предприятия: источники питания, питающие линии, уровни напряжения и основное оборудование подстанций. Схемы главных цепей ОРУ и ЗРУ ГПП предприятия. Планы расположения электрооборудования ОРУ и ЗРУ ГПП. Общие принципы распределения электроэнергии

внутри предприятия. Основные требования по обеспечению электробезопасности в электроустановках предприятия.

Электромеханическое оборудование и электроснабжение машин и установок предприятия. Основное электромеханическое оборудование предприятия. Назначение, устройство и эксплуатация основного электрооборудования предприятия: трансформаторные подстанции, распределительные устройства и распределительные пункты, приключательные пункты, коммутационные аппараты, релейная защита.

Эксплуатация, ремонт и испытания элементов электрических сетей, коммутационной и защитной аппаратуры характерные неисправности, методы технической диагностики электроаппаратуры и сетей, настройка и проверка защиты от аварийных и ненормальных режимов работы и т.п.

Применяемые на предприятии способы и схемы управления энергосбережением.

Устройство и контроль защитного заземления электроустановок предприятия. Устройство и контроль состояния и эффективности зануления.

Ремонт и эксплуатация электрических машин. Структура электроремонтных цехов и участков на предприятии. Разборка и дефектация электродвигателей при ремонте. Механический ремонт деталей и узлов. Сборка асинхронных двигателей после ремонта. Испытания двигателей после ремонта.

Техническая диагностика и ремонт трансформаторов и электрооборудования. Технология ремонта и электрических испытаний.

Ремонт и эксплуатация воздушных линий напряжением до 35 кВ. Общие требования к воздушным линиям электропередачи. Осмотр линий электропередач.

Энергетические показатели: удельный расход электроэнергии, стоимость электроэнергии. Мероприятия по рациональному расходованию электроэнергии, компенсации реактивной мощности, регулированию напряжения.

Электропривод технологических машин и установок. Электропривод основных и вспомогательных механизмов. Технические данные электрических машин. Схема силовой части электропривода. Функциональные и структурные схемы систем управления электроприводом. Защиты и блокировки. Частотно-регулируемый электропривод переменного тока. Задачи модернизации электропривода на предприятии. Регламенты наладки, обслуживания и ремонта электроприводов.

Автоматизация машин и установок технологического комплекса предприятия. Системы автоматического управления технологическими комплексами, машинами и механизмами на предприятии. Назначение и функциональные структуры этих систем. Аппаратура автоматизации, контроля, защиты и сигнализации. Устройство и принцип действия средств автоматизации технологических комплексов на предприятии. Профилактика, техническое обслуживание и ремонт электронных приборов, преобразователей, микропроцессорных средств, систем контроля и управления на базе микропроцессоров и микро-ЭВМ.

Связь и диспетчеризация.

Объекты и процессы для внедрения научно-технических достижений. Системы энергообеспечения предприятия, объекты малой энергетики, нетрадиционные источники энергии. Электрические сети. Системы стандартизации. Системы диагностики и автоматизированного управления технологическими процессами в электротехнике. Актуальные для предприятия технические, технологические, экономические, экологические и социальные критерии оценки принимаемых решений в области проектирования, создания и эксплуатации электротехнических комплексов и систем. Актуальные для предприятия проблемы безопасной и эффективной

эксплуатации, утилизации и ликвидации электротехнических комплексов и систем после выработки ими положенного ресурса.

Техника безопасности и охрана окружающей среды. Организация службы и мероприятия по охране труда и окружающей среды, промышленная санитария. Противопожарные мероприятия.

Защитные средства при эксплуатации электроустановок. Средства индивидуальной защиты. Правила пользования защитными средствами. Испытание средств защиты.

Организационные и технические мероприятия при производстве работ в электроустановках: подготовка работ, допуск к работе, производство работ. Правила безопасности при работе в электроустановках горных предприятий.

Экономика предприятия и организация производства. Структура предприятия, схема управления производством. Мероприятия по охране труда, промсанитарии и охране окружающей среды. Планы ликвидации аварии.

Технико-экономические показатели работы предприятия. Штаты трудящихся, профессиональный состав. Нормы выработки и расценки на различные виды работ. Производительность труда. Калькуляция себестоимости продукции по элементам затрат. Капитальные затраты. Стоимость основного оборудования. Прибыль и рентабельность производства. Контроль качества продукции.

Собственные наблюдения и выводы. Основные сведения о внедренных на предприятии новых разработках электромеханического оборудования, их экономическая эффективность.

Личная оценка технической оснащенности предприятия. Предложения по улучшению технического состояния и организации производства, условий труда на предприятии.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАКТИКИ

Основная литература

1. Пичуев А.В., Петуров В.И., Чеботаев Н.И. Электрификация горного производства: Учебное пособие для вузов. – 3 издание. — М.: Издательство «Горная книга», 2010. — 135 с.: ил.

2. Онищенко Г.Б. Электрический привод: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / Г.Б.Онищенко. — 3-е изд., испр. и доп. — М. : Издательский центр «Академия», 2013. — 288 с. — (Сер. Бакалавриат).

Дополнительная литература

3. Ахлюстин В. К. Электрификация обогатительных фабрик [Текст]: учебник / В. К. Ахлюстин. - М.: Недра, 1973. - 424 с. - Б. ц.

4. Справочник энергетика карьера [Текст]: справочное издание / ред. В. А. Голубев. - М.: Недра, 1986. - 424 с.: ил.

5. Машины и оборудование для угольных шахт [Текст]: справочник / ред. В. Н. Хорин. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Недра, 1987. - 424 с.: ил.

6. Справочник механика рудообогатительной фабрики [Текст] / А. С. Донченко, В. А. Донченко. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Недра, 1986. - 543 с.: табл., ил.

Нормативная документация

Правила устройства электроустановок. Все действующие разделы шестого и седьмого изданий с изменениями и дополнениями по состоянию на 1 марта 2007 г. [Текст]: научное издание. - М.: КНОРУС, 2007. - 488 с.: табл.

Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. 2003.

Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок
ГОСТ 2.104-2006 ЕСКД. Основные надписи.
ГОСТ 2.105-95 ЕСКД. Общие требования к текстовым документам (с Изменением №1).
ГОСТ 2.106-96 ЕСКД. Текстовые документы (с Изменением №1).
ГОСТ 2.109-73 ЕСКД. Основные требования к чертежам (с Изменениями №1-11).
ГОСТ 2.301-68 ЕСКД. Форматы (с Изменениями №1,2,3).
ГОСТ 2.302-68 ЕСКД. Масштабы (с Изменениями №1,2,3).
ГОСТ 2.303-68 ЕСКД. Линии (с Изменениями N 1,2,3).
ГОСТ 2.304-81 ЕСКД. Шрифты чертежные (с Изменениями №1,2).
ГОСТ 2.305-2008 ЕСКД. Изображения — виды, разрезы, сечения.
ГОСТ 2.306-68 ЕСКД. Обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертежах (с Изменениями №1-4).
ГОСТ 2.320-82 ЕСКД. Правила нанесения размеров, допусков и посадок конусов.
ГОСТ 2.321-84 ЕСКД. Обозначения буквенные.
ГОСТ 2.701-2008 ЕСКД. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению.
ГОСТ 2.702-2011 ЕСКД. Правила выполнения электрических схем.
ГОСТ 2.721-74 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Обозначения общего применения (с Изменениями №1, 2, 3, 4).
ГОСТ 7.1-2003 СИБИД. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления.
Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых. Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти, N 38, 22.09.2014, (текст приказа)

МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАКТИКИ

Библиотечные фонды и помещения. Для написания отчета и получения дополнительной информации студенты на предприятиях – местах прохождения практики имеют доступ к компьютерам с доступом (выходом) в Интернет.

Методические материалы составлены в соответствии с требованиями ФГОС ВПО по специальности - 130400 *Горное дело* специализации подготовки – «Электрификация и автоматизация горного производства»



Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации
ФГБОУ ВО
«Уральский государственный горный университет»

С. Г. Паняк, Т. С. Бобина

УЧЕБНАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ПРАКТИКА

Учебное пособие
для студентов направления
20.03.01 – «Техносферная безопасность»
и специальности
21.05.04 – «Горное дело»

Екатеринбург
2021

УДК
ББК
Б

Рецензент: А. Б. Макаров, доцент кафедры геологии, поисков и разведки полезных ископаемых УГГУ

Печатается по решению Редакционно-издательского совета
Уральского государственного горного университета

Паняк С. Г., Бобина Т.С.

Учебная геологическая практика: Учебное пособие к первой учебной геологической практике по курсу «Геология» в окрестностях г. Екатеринбурга. Уральский государственный горный университет. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2021. 95 с.

Настоящее пособие состоит из трех частей. Первая часть содержит методику проведения учебной практики и правила техники безопасности. Во второй – описываются геологические процессы, формирующие основные структуры земной коры и различные формы рельефа поверхности. В третьей части приводится описание опорных геологических маршрутов – основных объектов полевых исследований.

Данное пособие предназначено для студентов направления 20.03.01 – «Техносферная безопасность» и студентов специальности 21.05.04 – «Горное дело». Однако может быть использовано студентами других специальностей, проходящих учебную геологическую практику в окрестностях г. Екатеринбурга. Пособие может быть полезным также для любителей камня, интересующихся природой и красотой родного края.

УДК
ББК

© Паняк С. Г., Бобина Т.С., 2021
© Уральский государственный горный университет, 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ УЧЕБНОЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ ..	6
1.1. Организация практики, цели и задачи	6
1.2. Содержание практики	7
1.3. Правила техники безопасности	13
2. ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ФОРМИРОВАНИИ ЗЕМНОЙ КОРЫ И РЕЛЬЕФА ЗЕМЛИ	19
2.1. Эндогенные процессы и их продукты.....	19
2.1.1. <i>Магматизм и его продукты</i>	19
2.1.2. <i>Метаморфизм и его продукты</i>	25
2.1.3. <i>Тектоника</i>	39
2.2. Экзогенные процессы.....	48
2.2.1. <i>Литогенез</i>	48
3. ОПИСАНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ МАРШРУТОВ	61
3.1. По Уктусскому массиву	61
3.2. Елизаветинское месторождение.....	66
3.3. Шабровское рудное поле	70
3.4. Шиловское месторождение.....	77
3.5. Березовское рудное поле	81
3.6. Гора Хрустальная	84
3.7. Билимбаевское месторождение	89
3.8. Суффозионные процессы вдоль линий метро.....	93
ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	95
ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	95

ВВЕДЕНИЕ

Учебная геологическая практика после первого курса является неотъемлемой и важнейшей частью высшего образования, способствует формированию у студентов практических профессиональных навыков. На практике студенты учатся наблюдать, документировать и обобщать геологические факты, что способствует закреплению пройденного материала по теоретическому курсу «Общая геология», «Геология», «Динамическая геология». Кроме того, учебная практика играет важную роль в подготовке студентов к последующему изучению других специальных дисциплин, а также в трудовом воспитании, развитии чувства коллективизма, организаторских способностей.

При выборе места проведения практики и основных маршрутов выпускающая кафедра исходила из того, что наиболее удачным районом практики по динамической геологии является такой, где на относительно небольшой территории располагаются разнообразные геологические объекты. Их специфика определяется: 1 – сложным геологическим строением; 2 – продуктами различных процессов – магматизма, метаморфизма, тектоники; 3 – большим количеством разнообразных месторождений полезных ископаемых; 4 – выходами подземных вод; 5 – проявлениями опасных геологических и антропогенных процессов, включая жизнедеятельность человека. Таким районом с большим разнообразием процессов и их продуктов являются, прежде всего, окрестности г. Екатеринбурга.

Сам город Екатеринбург строился как город-крепость, для которого была необходима разведка новых полезных ископаемых. Многие из них эксплуатируются до сих пор. Район Екатеринбургского геологического полигона географически размещается в пределах лесной зоны, а в орографическом отношении охватывает зону главного водораздела и пологого восточного эродированного восточного склона Среднего Урала, и, частично, краевую зону Зауралья. Рельеф этого района грядовый, неравномерно всхолмленный, с общим понижением на восток, максимальная абсолютная отметка 545 м, относительные превышения 70-250 м.

Гидрографическая сеть представлена системой рр. Исети, Пышмы, Чусовой и их притоков, принадлежащих бассейнам рек Тобола и Камы. На реках Исети и Чусовой искусственно созданы крупные водоемы – оз. Исетское, Нижне-Исетский и Верх-Исетский пруды, Верхне-Макаровское и Волчихинское водохранилища. На площади имеются крупные естественные водоемы – озера Аятское, Таватуй, Щитовское, Балтым, Шарташ. Значительные площади, особенно в западной части района, заняты болотами. Территория Екатеринбургского геологического полигона являются частью одного из старейших горнорудных районов Урала, где и в настоящее время эксплуатируются месторождения коренного золота (Березовское, Крылатовское), россыпного золота (Чусовская группа), титаномагнетита (Первоуральск), благородного змеевика (Шабровская группа), мрамора

(Мраморское, Шабровское), кирпичных глин и строительного камня. Район густо населен и экономически развит, хорошо развиты пути сообщения: железные, шоссейные и улучшенные грунтовые дороги, благодаря чему большая часть района доступна для проведения геологических исследований. Многочисленные грунтовые дороги пригодны для проезда в сухое время года. Обнаженность района неравномерная и в целом удовлетворительная.

В настоящем пособии описаны геологические маршруты в окрестностях города Екатеринбурга, где можно увидеть результаты процессов, происходивших в далеком прошлом и зафиксированных в каменной книге. Маршруты открывают многообразие геологических процессов и их продуктов: хрупкие и пластические деформации, различные формы рельефа, магматические, метаморфические и осадочные породы, минералогические редкости, а также проявления оползней, карста, подтоплений и других опасных явлений.

Особый интерес для представителей студентов направления «Техносферная безопасность» представляют отдельные формы эрозионного рельефа (речные террасы, долины, овраги), проявления тектоники (складки, разрывные нарушения), причудливые скальные городища, возникшие в результате выветривания и геологической деятельности ветра. Многие из этих геологических образований являются памятниками природы. К сожалению, человек нередко вносит изменения в природу, которые часто приводят к необратимым последствиям. Это необходимо иметь в виду при проведении маршрутов, чтобы не изуродовать скальные выходы при взятии образцов, иногда лучше зафиксировать объект на фото пленку, чем выколачивать его из скалы. Интересные объекты можно также зарисовать в пикетажную книжку, сохраняя их для будущих поколений.

Климат района континентальный. Среднегодовое количество осадков 450-550 мм, высота снежного покрова 0,4-0,6 м, глубина промерзания грунтов 0,5-2,0 м. Большая часть района покрыта хвойными, смешанными и лиственными лесами (сосна, лиственница, кедр, береза, осина).

1. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ УЧЕБНОЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ

1.1. Организация практики, цели и задачи

Учебная геологическая практика после первого курса проводится в течение двух недель, состоит из нескольких этапов и заканчивается написанием отчета, который составляется составом бригады.

Цель практики: Знакомство с результатами естественных геологических процессов в окрестностях г. Екатеринбурга путем их полевого наблюдения и документации. Овладение профессиональными навыками описания естественных и искусственных обнажений закрепляет теоретические знания, полученные в процессе изучения курсов «Общая геология», «Геология» и «Динамическая геология».

Задачи практики:

- знакомство с методиками полевых геологических, геоморфологических, и гидрогеологических наблюдений;
- обучение студентов методике работы с горным компасом;
- знакомство с методикой документации полевых объектов: естественных обнажений, опорных разрезов, горных выработок, особенностей рельефа местности и т. д.;
- обучение приемам камеральной обработки полевых материалов, оформлению геологического отчета с необходимыми графическими приложениями;
- знакомство с некоторыми промышленными предприятиями и их влиянием на среду обитания.

Студенты, прошедшие геологическую практику, должны:

- иметь представление об эндогенных и экзогенных геологических процессах, потенциально несущих угрозу катастроф;
- различать экзогенные процессы, которые в последнее время все больше стимулируются антропогенными факторами, связанными с деятельностью человека;
- уметь делать предварительную оценку возможных потенциальных катастроф, связанных с теми или иными экзогенными, эндогенными и антропогенными процессами в районе практики.

После завершения практики студенты должны уметь:

- различать между собой магматические, метаморфические и осадочные породы;
- наблюдать и документировать обнажения горных пород;
- уметь вести абрис маршрута;
- вести дневник наблюдений (пикетажную книжку);
- отбирать образцы пород и вести их каталог;

- замерять элементы залегания слоистости, трещиноватости, сланцеватости;
- работать с горным компасом, составлять с его помощью фрагментарные схемы и планы, разрезы;
- анализировать геологические структуры, возрастные взаимоотношения различных геологических образований, как в обнажениях, так и на картах.

1.2. Содержание практики

Геологическая практика проводится сотрудниками кафедры Геологии и защиты в чрезвычайных ситуациях. Как и любые другие полевые геологические исследования, она состоит из трех основных этапов – подготовительного, полевого и камерального.

Подготовительный этап

Подготовительный этап продолжается один день, в течении которого со студентами проводятся лекции о целях и задачах практики, формируются учебные бригады из 4-5 человек, выбирается бригадир, готовится и выдается полевое снаряжение (рюкзак, полевая сумка, мешочки под образцы, компас, фотоаппарат, рулетка, геологический молоток, лупа, складной нож, ручка, карандаш, линейка, медицинская аптечка), а также документы (карты, полевой дневник, журнал образцов, этикетки). Перечисленным снаряжением и документами должна располагать каждая учебная бригада, полевой дневник должен иметь каждый студент для самостоятельного ведения записей и зарисовок обнажений.

Для успешного проведения учебной геологической практики необходимо осуществить ряд мероприятий, направленных на строгое выполнение правил техники безопасности в полевых условиях. Прежде всего, нужно организовать медицинский осмотр студентов, которые будут проходить практику, сделать предохранительные прививки. Эти мероприятия осуществляются до экзаменационной сессии в течение учебного семестра. Вторым обязательным мероприятием является ознакомление студентов с правилами безопасности и трудовой дисциплины. Студенты, сдавшие зачет по технике безопасности, расписываются в соответствующей ведомости, удостоверяя, тем самым, что они знакомы с правилами безопасности и дисциплины на учебной практике. Особое внимание в правилах техники безопасности уделяется следующим разделам:

- организация полевого лагеря;
- ведение маршрута;
- работа в горной местности;
- работа в карстовых областях;

- переправа через водные преграды;
- использование автотранспорта;
- противознцевалитная подготовка;
- обеспечение питьевой водой;
- оказание до врачебной помощи;
- правила передвижения группами по городским улицам и автомобильным дорогам;
- правила поведения в общественном транспорте.

В подготовительный период студентам читаются лекции о геологическом строении окрестностей г. Екатеринбурга, истории его геологического развития, а также знакомят с коллекцией образцов данного района.

Полевой период

В полевой период проводятся полевые маршруты на хорошо вскрытых природных обнажениях, а также на участках с проявлениями антропогенного влияния на устойчивость промышленных и хозяйственных объектов.

Первые маршруты предусматривают усвоение студентами общих навыков работы в полевых условиях. С этой целью преподаватели рассказывают о методике полевых геологических наблюдений, показывают следствия их проявлений на рельефе местности.

Выполнение маршрутного задания зависит, прежде всего, от четкой организации работы студенческих бригад в полевых условиях. Этому способствует предварительное распределение обязанностей между членами бригады перед очередным маршрутом. В каждом маршруте поочередно одни студенты отвечают за один из участков работы, на следующий день они отвечают за другой и т. д.

Объем геологической информации возрастает от маршрута к маршруту. Своевременная обработка этого материала определяет качество итоговых геологических документов, в связи, с чем эту работу следует проводить до периода составления отчета.

Основная форма проведения полевых геологических наблюдений – маршруты, которые являются составной частью учебного процесса практики. Количество их и содержание определяются целями и задачами, планом обучения и программой геологической практики с учетом специфики специальности.

Практически во всех случаях маршруты являются комплексными, когда одновременно ведутся наблюдения над несколькими процессами и объектами. Целесообразность таких маршрутов обусловлена выявлением взаимосвязи отдельных геологических процессов и явлений. Например, в одном маршруте полезно проследить связи между формами рельефа, литологией пород и тектоникой района, выходами подземных вод на поверхность и определенным стратиграфическим горизонтом, выветриванием и составом горных пород.

Необходимо особо подчеркнуть, что геологические наблюдения в маршруте должны вестись непрерывно.

Основная работа в маршрутах – изучение горных пород, описание результатов тектонических, геоморфологических и других процессов, включая опасные. Записи проводятся на специальных остановках – точках наблюдения (Т.Н.). По характеру изучаемых явлений «Т.Н.» можно условно разделить на три вида. На одних проводится изучение и описание геолого-географических особенностей (тектоники, рельефа, деятельности подземных и поверхностных вод, выветривания и т. д.); на других - изучение и описание горных пород и условий их залегания в обнажениях; и, наконец, на третьих – (наиболее частый случай) исследуются и те и другие вопросы одновременно. Остановка на «Т.Н.» даже на небольшом объекте отнимает много времени, поэтому нужно выбирать каждую точку так, чтобы была возможность изучать наибольшее число объектов и явлений.

При остановке на «Т.Н.» прежде всего, следует сориентироваться по сторонам света (с использованием компаса, по солнцу, или другому способу) и определить нахождение точки на карте и местности, т. е. дать ее адрес. Определение местонахождения производится методом засечек по азимутам на хорошо заметные элементы рельефа, гидрографии и т. д. или методом глазомерной привязки точки по азимуту и расстоянию, определяемому, например, шагами. После привязки наносят местонахождение данной точки на карту под соответствующим номером (нумерация точек наблюдения должна быть сквозной). Сегодня следует осваивать переходить на новейшие методики ориентации на местности – ГЛОНАС и GPS.

Изучая на точке наблюдения геологическое строение отдельного участка, целесообразно, прежде всего, описать общегеологические явления – геоморфологию, гидрографию, тектонику и т. д. Переходя к конкретному описанию пород обнажения, прежде всего, отмечают его размер по высоте и ширине, а также тип (обрывистый склон, скальный выход на склоне, обнажение в русле рек, стенка карьера, элювиальный развал и т. д.). После этого приступают к описанию пород. В зависимости от целей и задач такое описание дается либо в общем виде, либо более подробно и послойно, либо по отдельным пачкам. В последнем случае лучше описывать слои и пачки снизу вверх.

В описании пород должна быть приведена сжатая характеристика их отличительных генетических свойств: текстура, структура, минеральный состав, тектонические дислокации и т. д. В описании указываются элементы залегания пород, их слоистости, сланцеватости, крыльев складок, плоскостей сместителей и т. д. Отмечаются места отбора образцов и их нумерация. На левой стороне пикетажной книжки приводятся зарисовки и указываются места фотоиллюстраций.

При описании породы рекомендуется следующий порядок работы на обнажении. Прежде всего, следует внимательно осмотреть обнажение, отобрать серию образцов, определить все имеющиеся здесь породы, выделить отдельные

пласты, магматические тела, метасоматические зоны, контакты. Определить элементы залегания. При этом руководитель контролирует и направляет работу отдельных студентов и всей группы для того, чтобы прояснилась общая картина обнажения. После этого делают полное описание, а затем схематическую зарисовку обнажения, которая дублируется фотографированием. При необходимости делают зарисовки и фотографии деталей обнажения.

В первых маршрутах и при изучении принципиально новых объектов преподаватель должен сам давать соответствующие описания. Позднее, когда студенты овладеют соответствующими навыками и усвоят общую схему описания, можно поручить одному из них рассказать о том, что он мог бы написать в своем полевом дневнике на данной «Т.Н.». Остальные студенты делают свои замечания и дополнения и, наконец, преподаватель обобщает все сказанное и формулирует итоги для общей записи.

Ниже приведены лишь наиболее важные методические положения из этой области.

Основные правила ведения первичной документации

Формы первичной документации включают:

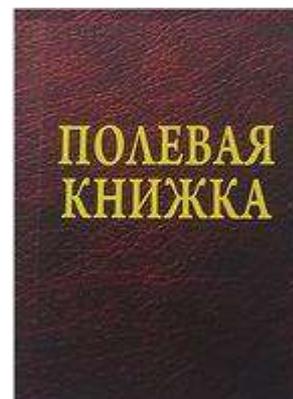
- 1 – дневники, полевые книжки;
- 2 – журналы документации горных выработок;
- 3 – журналы образцов, проб и т. д.;
- 4 – этикетки;
- 5 – зарисовки обнажений, горных выработок;
- 6 – фотографии естественных и искусственных обнажений.

В процессе документации исполнитель обязан придерживаться следующих правил:

- 1 – все записи ведутся максимально разборчиво;
- 2 – записи должны выполняться по одинаковой схеме;
- 3 – записи должны вестись карандашом или чернилами, которые не расплываются во влажных условиях;
- 4 – записные книжки или дневники должны иметь сквозную нумерацию листов.

Ниже приведены основные правила ведения дневников (полевых книжек).

Дневник (полевая книжка) – основной первичный документ регистрации геологических наблюдений всех видов (собственно геологических, поисковых, геоморфологических и т. п.). Он изготавливается в виде книжки в твёрдом переплёте, покрытом дерматином или другим материалом, предохраняющим его от сырости, механических и иных повреждений. На случай потери рекомендуется использование



материалов яркого цвета, хорошо заметных на фоне растительного и почвенного покрова.

На третьей странице обложки помещается карман. С внутренней стороны клапана располагается держатель для карандаша (ручки).

Формат книжки допускается в пределах от 10-12 x 15-18 см (для кармана одежды) до 13-15 x 20-22 см (для полевой сумки). Большие форматы не рекомендуются вследствие неудобства для использования в маршруте, меньшие – как неоправданно дробящие запись на чрезмерно короткие строки и затрудняющие её чтение.

Рекомендуемый объём дневника – 100–130 листов. Дневник должен изготавливаться из писчей бумаги, 6-10 листов миллиметровки и нескольких листов кальки.

Титульный лист дневника должен содержать название организаций, экспедиций (партий, отрядов), фамилию, имя, отчество исследователя, даты начала и окончания дневника, номера точек наблюдения и адрес, по которому следует вернуть утерянный дневник.

На обороте титульного листа помещается оглавление дневника.

На первой странице дневнике помещаются условные обозначения к зарисовкам, список сокращений, принятых в тексте, и необходимые замечания. Далее при необходимости могут быть помещены вспомогательные таблицы (определение истиной мощности и глубины залегания наклонных пластов, поправки к углам падения при пересечениях, не перпендикулярных к простиранию пластов и др.) и необходимые пояснения к ним.

На правой стороне дневника ведётся запись наблюдений. Здесь же отмечаются взятые пробы, образцы и другие виды каменного материала.

Перед описанием маршрута, разреза и т. п. указываются день, месяц, год и цель работы. Описание каждой точки наблюдения начинается с красной строки. Привязка точки к местности или предыдущей точке помещается рядом с её номером и образует вместе с ним отдельную точку или абзац. Номера точек наблюдения рекомендуется выделить прямоугольными рамками (в примерах выделены полужирным шрифтом), номера образцов и проб и т. п. подчёркиваются или заключаются в овальную рамку. Измерения элементов залегания, радиоактивности, содержания химических элементов и т. п. выделяются отдельной строкой.

На левой стороне дневника помещаются вспомогательные записи, облегчающие пользование документацией. На неё выносятся все номера образцов, проб и других видов каменного материала, номера фотографий (с указанием их содержания), могут выноситься также элементы залегания. На этой же стороне помещаются зарисовки геологических объектов и их деталей, а также различные схемы для обнажений (отбора образцов и проб, расположение рисунков и фотографий и т. п.) или участков (расположении геологических тел на местности, кроки местности с расположением обнажений, горных выработок и т. п.). Здесь же излагаются предположения и соображения

исследования, возникающие в процессе наблюдения, но требующие подтверждения или детализации.

В конце описания каждого маршрута должны быть приведены основные выводы исследователя и протяжённость маршрута в километрах.

Законченный дневник подписывается исполнителем, проверяется и подписывается начальником партии (отряда, участка).

Камеральный этап

Камеральный этап проводится последовательно после завершения одного или двух маршрутов и включает в себя время на обработку полевых материалов, составление отчета и его защиту.

В камеральный этап выполняются следующие виды работ:

- обработка полевых книжек;
- занесение в каталог образцов отобранных проб;
- оформление рисунков к отчету;
- изготовление и описание разрезов, схем и карт;
- изготовление фотографий и вынесение на них геологической информации;
- окончательное уточнение полевых определений горных пород, составление рабочей коллекции каменного материала;
- написание и оформление отчета;
- защита отчета.

Главная цель написания отчета – овладение анализом и обобщением геологических наблюдений и умение грамотно изложить результаты такого обобщения. При этом вырабатываются навыки правильного оформления отчетов, подбора и изготовления графических приложений, составление списка литературы и т. д. Поскольку цель настоящей практики состоит в закреплении теоретических знаний по курсу «Динамическая геология», то вопросам динамики эндогенных и экзогенных процессов, деформаций пород, форм рельефа, гидрогеологическим особенностям района работ необходимо уделить максимальное внимание.

Повышенные требования к методике наблюдения природных объектов и их документации особенно важны для будущих специалистов в области защиты в чрезвычайных ситуациях, поскольку они обязаны не только фиксировать природные и техногенные процессы, но научиться их прогнозировать.

1.3. Правила техники безопасности

Введение

Настоящая инструкция по технике безопасности предназначена для студентов, проходящих учебную геологическую практику в окрестностях г. Екатеринбурга. Опыт показывает, что незнание правил техники безопасности, пренебрежение элементарными правилами влекут за собой несчастные случаи.

Молодые люди, юноши и девушки, решив посвятить свою жизнь трудной профессии должны отчетливо представлять свою будущую специальность. Полевые исследования выполняются в различных природных и климатических условиях. Они требуют от человека физической выносливости, самообладания, умения в сложных условиях, в любой обстановке не теряться. Поэтому подготавливать свой организм, воспитывать в себе необходимые качества и навыки студент должен с первого курса. Участие в экскурсиях, геологических и туристических походах помогает закрепить и приобрести навыки полевой жизни. В этом случае студент на самостоятельной работе будет физически вынослив и морально подготовлен. Очень важным является то, что для успешного выполнения программы геологической практики необходимо знание и умение соблюдать на практике правила личной гигиены и правила безопасности ведения работ.

В данной инструкции приводятся основные положения Правил безопасности при полевых работах.

1. Общие правила безопасности

Геологическая практика должна проводиться по утвержденным в установленном порядке программам, в которых предусматриваются мероприятия по технике безопасности с учетом местных условий в соответствии с настоящей Инструкцией.

Перед геологической практикой все студенты должны пройти медицинское освидетельствование и сделать предохранительные прививки против энцефалита.

Руководители практики перед ее началом обязаны провести специальный инструктаж всех студентов об условиях практики, правилам безопасности и дисциплине. Врач проводит инструктаж об оказании необходимой медицинской помощи на маршруте. О прохождении инструктажа каждый студент расписывается в «Книге регистрации обучения и инструктирования студентов по технике безопасности». В процессе проведения полевых работ руководители групп должны также систематически проводить дополнительный инструктаж о мерах предотвращения наиболее вероятных для данного района работ опасностей и несчастных случаев.

Каждый работающий, заметивший опасность, угрожающую людям, обязан принять зависящие от него меры для ее устранения и немедленно сообщить об этом своему непосредственному руководителю. Руководитель обязан принять меры к устранению опасности; при невозможности устранения опасности – прекратить работы, вывести работающих в безопасное место.

Запрещается во время работы и во время перерывов располагаться в траве, кустарнике и других, не просматриваемых местах, если на участке работ используются транспортные средства.

Запрещается допускать к работе лиц в состоянии алкогольного, наркотического или токсического опьянения, а также в болезненном состоянии.

2. Требования безопасности работы в маршрутах

Перед выходом группы в маршрут руководитель группы обязан:

а) проверить готовность группы к маршруту (обеспеченность ее топоосновой, снаряжением, продовольствием, инструментом, защитными и спасательными средствами);

б) дать указание старосте о порядке проведения маршрута, о правилах передвижения применительно к местным условиям;

в) нанести на свою карту линию намеченного маршрута группы.

В дни, когда по прогнозу погоды затяжной дождь, сильный ветер, то выходить в маршруты запрещается. Если затяжной дождь, густой туман застают группу в пути, необходимо прервать маршрут, укрыться в безопасном месте и переждать непогоду.

2.1. Порядок передвижения в маршрутах

Движение группы должно быть компактным, обеспечивающим постоянную зрительную или голосовую связь между людьми и возможность взаимной помощи. При отставании кого-либо из участников маршрута с потерей видимости или голосовой связи, старший группы обязан остановить движение и подождать отставшего.

При ухудшении метеорологической обстановки (снегопад, гроза, густой туман и т.п.), появлении признаков пожара, при агрессивном поведении хищных зверей следует прекратить маршрут и принять меры, обеспечивающие безопасность работающих.

В маршрутах каждому студенту рекомендуется надевать яркий шарф, косынку или рубашку для обеспечения лучшей взаимной видимости.

Запрещается употреблять в пищу неизвестные грибы, ягоды и рыбу во избежание возможного отравления.

Использование для питьевой воды минеральных источников, бальнеологические свойства которых неизвестны, запрещается, не рекомендуется также купаться в них.

При передвижении и на привалах необходимо соблюдать питьевой режим в соответствии с разделом 4 «Инструкции по оказанию первой помощи при несчастных случаях на производстве». Пить сырую воду из луж, ям и других поверхностных водоемов запрещается. Употребление сырой воды для питья допускается только с разрешения санитарно-противоэпидемической службы.

Особое внимание в маршрутах необходимо уделять мерам предупреждения тепловых и солнечных ударов. В жаркие безветренные дни работать с непокрытой головой не разрешается.

Одежда не должна стеснять движений при работе, обувь обязательно подбираться по ноге.

Для защиты от кровососущих насекомых рекомендуется надевать накомарники или периодически смазывать лицо, шею, руки репеллентами.

В маршруте каждый студент должен иметь нож, индивидуальный перевязочный пакет и запасную коробку спичек в непромокаемом чехле.

Перевозить и переносить острые колющие инструменты (топоры, пилы, ножи и пр.) следует в предохранительных чехлах или в обертке.

2.2. Маршруты в сложных условиях, в горных местностях

При движении и работе на скалах сбрасывать камни и отваливать неустойчивые глыбы без надобности запрещается.

При передвижении по узким тропам и карнизам выступы камней, корни деревьев и т. п. следует обходить очень осторожно, т. к. при резких поворотах можно зацепиться рюкзаком, потерять равновесие и сорваться с обрыва. В таких условиях ремни рюкзаков должны быть ослаблены, связывать их на груди запрещается.

При работе на обрывистых и крутых (более 30°) склонах при отсутствии необходимой опоры следует организовать взаимную страховку работающих.

При движении по осыпям и скалам всегда следует иметь в виду возможность срыва сверху камней и каменных лавин. В таких местах, особенно с карнизными скальными развалами, в узких ущельях со слабоустойчивыми стенками и нависшими каменными глыбами, срыв камней может быть вызван звуком. Поэтому крики без надобности в подобных условиях запрещаются.

Выходить на скальные карнизы, на края обрывов и крутых склонов без соответствующей страховки запрещается.

Подниматься и спускаться по крутым склонам и осыпям следует длинными зигзагами («серпантином»). Подъем вверх «в лоб» и спуск прямо во избежание травмирования камнями идущих ниже не рекомендуется. В случае вынужденного движения таким способом необходимо держаться на максимально близком расстоянии друг от друга.

Подъем и спуск по крутым склонам должны производиться с обязательной взаимопомощью.

При подъеме на гору в залесенной местности, а также при передвижении в густых кустарниках расстояние между людьми должно быть не менее 3 м во избежание травмирования ветками идущего следом.

Подъем и спуск по крутым склонам в местах, где водятся ядовитые паукообразные и змеи, должны проводиться особенно осторожно во избежание внезапного укуса.

2.3. Маршруты в сложных условиях: в речных долинах и оврагах

При работе в речных долинах и оврагах с крутыми обрывистыми склонами передвижение и осмотр обнажений (во избежание опасности обвала, оплыва, падения камней и деревьев) должны производиться очень осторожно.

В случае внезапных грозовых ливней работа в овраге должна быть немедленно прекращена.

Запрещается движение вблизи кромки берегового обрыва.

При передвижении по долинам рек, особенно в местах впадения притоков со спокойным течением, илистые и заболоченные участки следует по возможности обходить или преодолевать их с помощью охранных средств (веревки, шесты, настилы).

2.4. Маршруты в сложных условиях; в лесных районах

При проведении маршрутов в лесу особенно строго должны соблюдаться правила зрительной и голосовой связи.

Передвижение через лесные завалы разрешается только с соблюдением соответствующих мер предосторожности

На участках, заросшей высокой и густой травой, рекомендуется начинать работу после высыхания росы.

При работе в лесу следует строго соблюдать меры пожарной безопасности.

Бросать в лесу непотушенные спички и окурки запрещается. Костры разрешается разводить лишь в местах, где исключена возможность возникновения пожара.

При малейшем признаке лесного пожара (запах дыма, гари, бег зверей и полет птиц в одном направлении) группа должна выйти к ближайшей речной долине или поляне.

При возникновении пожара необходимо приступить к его тушению с помощью всех имеющихся средств и одновременно сообщить об этом местным органам власти.

При передвижении по горелым лесам и торфяникам следует соблюдать особую осторожность.

При проведении маршрутов в местах распространения энцефалитных клещей рекомендуется плотно застегивать одежду и 3-4 раза в день осматривать тело и одежду.

Запрещается:

- а) работать в зоне возможного падения сухостойных деревьев;
- б) передвигаться по участкам леса с сухостойными деревьями во время сильного ветра;
- в) ударять по сухостойным деревьям инструментом, рукой и т. п.;
- г) укрываться во время грозы под высокими и отдельно стоящими деревьями.

2.5. Маршруты в сложных условиях: карст

При движении по закарстованным площадям следует обходить блюдцеобразные и воронкообразные впадины.

Запрещается:

- а) производить обследование вновь обнаруженных карстовых пустот;
- б) разводить костры перед входом в пещеру.

2.6. Отпробование

При отборе образцов в выработках должны применяться меры по защите от падения кусков породы со склона и бортов выработки.

При одновременной работе двух или более пробоотборщиков на одном уступе расстояние между участками их работ должно быть не менее 1,5м.

3. Требования безопасности в аварийных ситуациях

3.1. Если произошел несчастный случай или студент почувствовал недомогание, то следует:

- прекратить работу, сохранить обстановку места происшествия, если это не представляет опасности для окружающих;
- сообщить руководителю, вызвать скорую помощь.

3.2. При получении травмы оказать первую помощь пострадавшему, сообщить руководителю, при необходимости вызвать скорую помощь или отправить пострадавшего в ближайшее лечебное учреждение. Для оказания первой помощи при ранениях и кровотечениях необходимо на рану наложить стерильный бинт, предварительно смазать настойкой йода очищенный от грязи участок вокруг раны. При сильном кровотечении необходимо наложить выше раны жгут не более, чем на 1.0 - 1.5 часа.

3.3. При возникновении пожара немедленно сообщить о нем преподавателю и в пожарную часть, известить руководителя практики, обезопасить людей и приступить к тушению очага возгорания с помощью первичных средств пожаротушения.

3.4. При обнаружении опасных ситуаций (оголенный электрический провод), оградить опасную зону и сообщить руководителю.

4. Требования безопасности по окончании практической работы

4.1. Привести в порядок снаряжение и другие принадлежности.

4.2. Провести мероприятия личной гигиены. Провести осмотр всех участников экскурсии на предмет обнаружения клещей.

4.3. Организованно пройти на автобусную остановку для возврата в город.

4.4. Ожидать транспорт разрешается только на посадочных площадках, а при их отсутствии – на тротуаре или обочине.

2. ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ФОРМИРОВАНИИ ЗЕМНОЙ КОРЫ И РЕЛЬЕФА ЗЕМЛИ

Облик Земли в ходе ее развития непрерывно изменяется в результате разнообразных геологических процессов. Многие из них протекают настолько медленно, что человек за всю свою жизнь не может обнаружить каких-либо существенных изменений. Но когда процессы действуют в течение длительных отрезков геологического времени, исчисляемых миллионами лет, они приводят к крупным преобразованиям лика Земли. Другие процессы, например извержения вулканов, землетрясения, протекают быстро, и их проявления можно наблюдать непосредственно. Созидающие и разрушающие геологические процессы вызываются различными источниками энергии.

Одни из них связаны с силами, действующими внутри Земли, и называются процессами внутренней динамики или *эндогенными* (от греческого «эндо» – внутри). Другие проявляются на поверхности Земли и в верхних частях земной коры и связаны с воздействием внешних по отношению к земной коре факторов. Эти процессы называются *экзогенными* (от греческого «экзо» – внешний). В результате взаимодействия внешних и внутренних процессов формируется рельеф Земли (горы, равнины, ущелья, речные террасы).

2.1. Эндогенные процессы и их продукты

К эндогенным относят процессы, протекающие преимущественно внутри Земли, однако главным их признаком являются источники энергии, за счет которых они развиваются. Главным источником внутренней энергии считают гравитационный, второстепенными – радиоактивный и ротационный. К эндогенным процессам, например, относят формирование эффузивных пород, хотя застывание лавовых потоков происходит на дневной поверхности. К эндогенным относят магматические процессы, метаморфические преобразования пород, а также процессы движения литосферных плит (тектонику).

2.1.1. Магматизм и его продукты

Под магматизмом понимают совокупность геологических процессов, связанных с деятельностью магмы и ее производными. Магма представляет собой высокотемпературный расплав (800-1500 градусов Цельсия), возникающий в астеносфере. В силу определенных физико-химических процессов расплав может оставаться на месте его рождения или подниматься по подводящим каналам на дневную поверхность.

В случае если магматический расплав достигает поверхности, после его остывания образуются так называемые *эффузивные породы* (от «эффузио» –

излияние). Сама магма при достижении поверхности называется лавой. Всю совокупность процессов, связанных с магматической деятельностью и протекающих на дневной поверхности, называют вулканизмом или эффузивным магматизмом.

Различия в химическом составе эффузивных и интрузивных пород незначительны. Значимые различия ощущаются лишь в содержании газов, которые при снижении давления в приповерхностных условиях из лавовых потоков быстро удаляются. В верхних частях таких потоков их остатки иногда сохраняются в виде газовых пузырьков.

Химический состав магматических пород определяют около 10-ти основных (породообразующих) компонентов. Однако ведущую роль в составе магмы играет компонент кремнезем – SiO_2 , его количество, определяет минеральный состав пород, а также их классификацию. В магматических породах содержание кремнезема колеблется в пределах 35-75 %. Все породообразующие минералы магматических пород являются силикатами, т. е. соединениями разных химических элементов с кремнеземом. Такие соединения с кремнеземом образуют: Al_2O_3 , Fe_2O_3 , FeO , MgO , CaO , Na_2O , K_2O , TiO_2 , MnO , H_2O .

Кроме главных (породообразующих) компонентов магматические породы могут содержать другие химические элементы, называемые редкими, их содержание обычно не превышает 1 %.

Все многообразие магматических горных пород представляет собой комбинацию одного или нескольких упомянутых выше химических компонентов, образующих один из семи породообразующих минералов (силикатов): оливин, пироксен, роговая обманка, слюда (темноцветные минералы), а также плагиоклаз, калиевый полевой шпат, кварц (светлоокрашенные минералы). Если горная порода состоит из одного минерала, то она называется *мономинеральной*, если из нескольких – *полиминеральной*.

Классификация магматических пород основана на их химическом, а значит минеральном составе. Все магматические породы разделяются по содержанию кремнезема (SiO_2) на 4 класса:

- кислые – более 63 %,
- средние – 52-63 %,
- основные – 45-52 %,
- ультраосновные – менее 45 %.

Максимальное количество кремнезема содержится, естественно, в кварце (100 %), минимальное – в оливине (40 %).

Минеральный состав магматических пород является отражением их химического состава. Например, кислые породы состоят из минералов с наибольшим содержанием SiO_2 , а ультраосновные – с наименьшим. Исходя из этих соображений, минеральный состав различных классов магматических пород будет следующим:

Кислые – кварц, полевые шпаты (кислые плагиоклазы, калиевые полевые шпаты), биотит.

Средние – полевые шпаты (средние плагиоклазы), роговая обманка.

Основные – полевые шпаты (основные плагиоклазы), пироксен.

Ультраосновные – оливин, пироксен, редко роговая обманка.

Так как в природе не бывает дискретных (четко ограниченных) составов по химизму и минеральному составу, то выделяют промежуточные породы:

- гранодиорит (между гранитом и диоритом),
- граносиенит (между гранитом и сиенитом),
- габбро-диорит (между габбро и диоритом).

Выделение их визуально основано на совместном присутствии в породе двух темноцветных минералов. Например, у гранодиорита и граносиенита одновременно присутствуют роговая обманка и биотит, а у габбро-диорита – пироксен и роговая обманка.

Необходимо также знать еще некоторые правила:

1. В кислых породах в обязательном порядке присутствует кварц, с переходом к породам среднего состава его содержание постепенно приближается к нулю, а темноцветный минерал слюда сменяется роговой обманкой.

2. В средних породах темноцветом выступает роговая обманка, которая доминирует и в диоритах и в сиенитах. Различие между диоритом и сиенитом в соотношении полевых шпатов: в диоритах доминирует плагиоклаз, а в сиенитах – два полевых шпата (плагиоклаз и калишпат).

3. В основных породах темноцветом является пироксен, который при приближении состава породы к среднему может частично замещаться роговой обманкой. При смещении состава в сторону ультраосновных пород темноцветы могут быть представлены, кроме пироксена, оливином.

4. В состав ультраосновных пород не входят светлые минералы. В них доминирует, как правило, оливин и пироксен.

Если минеральный состав определить сложно вследствие очень мелкого размера зерен, класс породы определяется по ее цвету: кислые породы обладают светлой окраской, средние – серой, основные – темной (черной), иногда со светлыми пятнами, ультраосновные – только черной.

Таким образом, магматическая порода определяется в следующей последовательности: сначала по структурно-текстурным особенностям определяется генезис (условия образования), т. е. принадлежность к глубинным, плутоническим (интрузивным) или поверхностным, вулканическим (эффузивным) образованиям. Затем по минеральному составу устанавливается ее наименование (см. табл. 1).

Трудности возникают с диагностикой магматических пород при изучении вулканических пород, когда в них выкристаллизованными могут быть: один, два или три минерала. Иногда таких минералов нет вообще, например, в обсидиане (вулканическом стекле). В некоторых случаях окончательная

диагностика возможна только с использованием микроскопических или химических исследований, что не входит в круг наших задач.

Среди plutonic пород следует выделять разновидность жильных или гипабиссальных образований, которые формируются в полуглубинных или малоглубинных условиях и выполняют трещины в земной коре. По условиям формирования (температура, давление, скорость остывания) они занимают промежуточное положение между глубинными интрузиями (плутонами), и поверхностными покровами (эффузивами). Для них наиболее часто употребляются комбинированные названия: гранит-порфир, сиенит-порфир.

Таблица 1

Классификация магматических горных пород

Тип породы по содержанию SiO ₂		Интрузивные породы	Эффузивные породы	Породообразующие минералы
Кислые (более 65 %)		Гранит	Риолит, липарит	Кварц, калишпат, кислый плагиоклаз, биотит
Средние (65-53%)	Щелочной ряд	Сиенит	Трахит	Калишпат, средние плагиоклазы, роговая обманка
	Нормальный ряд	Диорит	Андезит	Средние плагиоклазы, роговая обманка
Основные (53-44 %)		Габбро	Базальт	Основные плагиоклазы, пироксен
Ультраосновные (менее 44 %)		Пироксенит	Редко пикриты, коматииты	Пироксен
		Перидотит		Пироксен, оливин
		Дунит, оливинит		Оливин

Текстуры и структуры пород

Текстуры магматических пород разделяются по степени и характеру заполнения пространства минеральным веществом. Различают следующие текстуры:

м а с с и в н а я — обусловлена компактным, плотным и однородным сложением составляющих породу минералов;





п о р и с т а я – определяется наличием округлых или неправильной формы пустот размером 1-10 мм;

н о з д р е в а т а я – определяется наличием округлых или неправильной формы пустот размером более 10 мм;

м и к р о п о р и с т а я – определяется наличием округлых или неправильной формы, невидимых для невооруженного глаза, пустот размером менее 0,1 мм;

м и н д а л е к а м е н н а я – образуется при заполнении пустот вторичными минералами (кальцитом, опалом, халцедоном, хлоритом). От пористой текстуры миндалекаменная отличается лишь тем, что мы имеем дело с заполненными пустотами.

Структуры магматических пород обусловлены степенью кристалличности, а также наличием или отсутствием вулканического стекла. Выделяют следующие структуры:

п о л н о к р и с т а л л и ч е с к а я - порода полностью сложена кристаллическими зернами;

п о р ф и р о в а я – порода сложена крупными и мелкими зернами и вулканическим стеклом (крупные кристаллы называют *п о р ф и р о в ы м и в к р а п л е н н и к а м и*, а мелкие в совокупности с нераскристаллизованным стеклом – *о с н о в н о й м а с с о й*);

с к р ы т о к р и с т а л л и ч е с к а я (афировая)– обусловлена наличием в породе очень мелких, различимых только под микроскопом, кристаллов и вулканического стекла;

с т е к л о в а т а я – возникает, когда вулканическая лава застывает в водной среде, не успевая раскристаллизоваться.

Основные разновидности магматических пород

Кислые породы

Г р а н и т – плутоническая или интрузивная порода с массивной текстурой и полнокристаллической, от мелко- до крупнокристаллической, структурой. Минеральный состав: кварц, калиевый полевой шпат, кислые плагиоклазы, биотит. Наличие кварца в породе является главным признаком кислых пород. Зерна кварца характеризуются жирным стеклянным блеском, дымчато-серым цветом, отсутствием спайности.

Р и о л и т (липарит) – эффузивный аналог гранита. Имеет мелкопористую текстуру и порфировую структуру: на фоне светлой скрытокристаллической основной массы выделяются мелкие вкрапленники кварца, калиевого полевого шпата, плагиоклаза. Темноцветные минералы

встречаются редко, представлены биотитом, реже игольчатыми кристаллами роговой обманки.

Обсидиан – застывшее вулканическое стекло. Текстура массивная, иногда флюидальная (со следами течения), структура стекловатая. Чаще всего встречаются обсидианы кислого состава, но имеются также стекла основного и среднего состава. Цвет у них различный: серый, бурый, черный. Образуются при быстром застывании излившейся на поверхность магмы.

Пемза – «вспененное» стекло; текстура пористая, структура стекловатая. Образуется при быстром затвердевании бурно вскипающей богатой газами и парами лавы. По химическому составу пемзы обычно кислого состава, редко отмечаются разновидности среднего и основного состава.

Средние породы

В этом классе выделяются два ряда – щелочной и нормальный. Породы щелочного ряда характеризуются наличием большого количества калиевого полевого шпата, который доминирует над плагиоклазом. В породах нормального ряда резко доминирует плагиоклаз.

Щелочной ряд

Сиенит – plutоническая или интрузивная порода; текстура массивная, структура полнокристаллическая. Состоит из калиевого полевого шпата, плагиоклазов (кислых и средних) и роговой обманки, количество которой колеблется от 10 до 20 %.

Трахит – эффузивный аналог сиенита. Текстура тонкопористая, обуславливающая шероховатость породы на ощупь; структура мелкопорфировая, во вкрапленниках желто-розовые калиевые полевые шпаты и один или несколько темноцветных минералов (чешуйчатый биотит и игольчатая роговая обманка). В трахитах часто наблюдаются текстуры течения, т. е. взаимопараллельное расположение игольчатых минералов.

Нормальный ряд

Диорит – plutоническая (интрузивная) порода. Текстура массивная, структура полнокристаллическая. Минеральный состав: средний плагиоклаз, (60-65 %) и роговая обманка (30-35 %). Плагиоклаз образует белые или зеленовато-серые зерна неправильной формы; роговая обманка – в виде черных, удлиненной формы кристаллов.

Андезит – эффузивный аналог диорита. Текстура пористая, структура скрытокристаллическая, поэтому минеральный состав не определяется визуально. Класс породы устанавливается по ее цвету – андезит имеет цвет от светло-серого до серого. Иногда структура породы мелкопорфировая, тогда во вкрапленниках содержатся мелкие прямоугольные кристаллы среднего плагиоклаза серого цвета.

Основные породы

Г а б б р о – плутоническая (интрузивная порода). Текстура массивная, структура полнокристаллическая, часто крупно- или гигантозернистая. Состоит из белых или зеленовато-серых основных плагиоклазов и черного пироксена. На Урале пироксен часто замещается роговой обманкой, такое габбро называют уралитизированным.

Б а з а л ь т – эффузивный аналог габбро. Текстура крупнопористая, структура скрытокристаллическая, поэтому минеральный состав не определяется. Класс породы устанавливается по черному цвету. Иногда в базальте наблюдаются мелкие порфировые вкрапленники основного плагиоклаза, пироксена, иногда оливина. При сравнении андезита и базальта, у последнего поры обычно более крупные и более темная черная окраска.

Ультраосновные породы

П и р о к с е н и т – плутоническая (интрузивная) порода. Текстура массивная, структура полнокристаллическая, крупнозернистая. Состоит из изометрических кристаллов пироксена черного цвета, часто с зеленым или бурым оттенком.

П е р и д о т и т – плутоническая (интрузивная) порода. Текстура массивная, структура полнокристаллическая, неравномерно-зернистая. Состоит из крупных изометричных кристаллов пироксена и мелких зерен оливина, распределенных между зерен пироксена.

Д у н и т (оливинит) – плутоническая (интрузивная) порода. Текстура массивная, структура полнокристаллическая, мелкозернистая. Состоит из мелких зерен темно-зеленого оливина. При выветривании оливин становится бурым, поэтому дуниты с поверхности имеют бурую корочку.

Вулканических (эффузивных) аналогов ультраосновных пород обычно нет.

2.1.2. Метаморфизм и его продукты

М е т а м о р ф и з м - процесс преобразования любых исходных пород под воздействием изменившихся физико-химических условий среды. Он реализуется преимущественно путем перекристаллизации пород без существенного плавления под воздействием меняющихся температур, давлений, газовой (флюидной) среды. Преобразуя свой минеральный состав, порода, таким образом, приспособливается к изменившимся термодинамическим (Т-Р) условиям.

Название термина происходит от греческого слова метаморфосис – преобразование. Метаморфическим преобразованием могут подвергаться изначально осадочные, магматические и (повторно)

метаморфические породы. При этом исходные породы, как правило, после таких преобразований полностью теряют свой первоначальный облик.

Факторами метаморфизма, т. е. непосредственными причинами преобразования пород, являются: давление (Р), температура (Т), а также растворы и газы (флюиды), пронизывающие толщи горных пород.

Д а в л е н и е при метаморфических преобразованиях может быть обусловлено рядом причин: давлением нагрузки вышележащих толщ (литостатическим - Рл), динамическим давлением тектонического движения (стрессовым - Рс), давлением движущейся магмы (Рм), а также давлением поровых (гидротермальных и флюидных) растворов (Рф). Главным среди отмеченных причин следует считать тектоническое или стрессовое давление, способное достигать десятков тысяч атмосфер и распространяться на огромные пространства. При проявлении тектонического или стрессового давления роль нагрузки вышележащих пород может оказаться незаметной, а проявление магматического и порового давления флюидов на таком фоне может повлиять на характер минеральных преобразований лишь локально, в местах их проявления.

Т е м п е р а т у р ы метаморфических преобразований могут быть обусловлены несколькими причинами и достигать уровней, когда порода начинает плавиться, т. е. 800-1200 °С. Всегда существует температурный фон, обусловленный глубиной погружения пород, т. е. геотермическим градиентом (Тг), составляющим обычно около 30°/1 км. Однако основные тепловые превращения в породе осуществляются за счет тектонических подвижек (Тс), и сопровождающих такие движения аномальных глубинных тепловых потоков (Тф). На контакте с магматическими породами преобразование осуществляется за счет прогрева пород очагом остывающей магмы (Тм).

Г и д р о т е р м а л ь н ы е р а с т в о р ы и ф л ю и д ы , которые способны приносить или выносить различные химические компоненты, влиять на характер минералообразования, создавать специфическую окислительную или восстановительную (Еh), а также кислую либо щелочную (рН) среды. Глубинные флюиды насыщены, прежде всего, парами воды и углекислоты, а также более редкими соединениями водорода, хлора, фтора и др.

Типы метаморфизма

В зависимости от сочетания упомянутых выше факторов выделяются те или иные типы метаморфизма. Наиболее простая схема типов метаморфизма, выделяющихся в зависимости от термодинамических (Р, Т) параметров, показана на рис. 2, а геологические условия их проявления – на рис.1.

Можно говорить о термальном типе метаморфизма, когда порода преобразуется под преимущественным воздействием температуры, а также

динамическом, когда основным фактором выступает давление, и динамо-термальном, когда проявляются оба фактора одновременно. Каждый из этих типов обладает своими специфическими геологическими условиями проявления (рис. 3).

Т е р м а л ь н ы й тип проявляется обычно в обрамлении магматических тел, на контакте с ними, поэтому он обычно называется к о н т а к т о в ы м . Температура магматических тел может колебаться в интервале 800-1200 °С, а вмещающие породы, разогретые первоначально за счет геотермического градиента, могут быть относительно «холодным». Ширина зоны (ореол) контактового метаморфизма зависит, главным образом, от объема магматического очага и может достигать нескольких километров. Если вмещающая порода разогрета жильным магматическим телом, то прогретой может быть лишь узкая полоса в несколько метров.

Весьма существенную роль при контактовом метаморфизме играет химический состав магмы и вмещающих пород, а точнее, контрастность состава между ними. В случае резкого контраста между многокомпонентной магмой и вмещающими породами на их контакте, в соответствии с законами Фика, протекают диффузионные процессы взаимного проникновения, меняющие как состав внешней оболочки магматического тела, так и состав вмещающих пород. Такой процесс перекристаллизации пород, протекающий с существенным изменением их химического состава, называется м е т а с о м а т о з о м .

Обычно метасоматоз сопровождается интенсивной гидротермальной и флюидной проработкой, способствующей привнесу и выносу химических компонентов. Типичными представителями таких контактово-метасоматических процессов (на границе между силикатными магмами и известняками) являются с к а р н ы (см. описание ниже). С другой стороны, в случае, если силикатная магма находится в контакте с близкими ей по химическому составу вмещающими породами, то формируются р о г о в и к и – прогретые и перекристаллизованные продукты метаморфизма без проявления метасоматоза (см. описание ниже).

Д и н а м и ч е с к и й м е т а м о р ф и з м , который чаще называют д и с л о к а ц и о н н ы м , протекает в относительно «холодных» условиях под воздействием тектонических движений по разрывным нарушениям (разломам). При этом происходит дробление пород, их истирание. Обломки различной величины при последующих процессах, сопровождающихся проникновением в ослабленные зоны флюидов и гидротермальных растворов, могут подвергаться частичной или полной перекристаллизации и цементации с образованием структур катаклаза.

Среди новообразованных минералов – индикаторов высоких давлений – выделяют: кианит, глаукофан, пироп, омфациит (пироксен), алмаз и другие. Эти минералы фиксируют давления больших глубин, где всегда имеется и некоторый температурный фон, создаваемый геотермальным

градиентом. В приповерхностных условиях можно наблюдать неперекристаллизованные брекчии, милониты, филлониты.

Контактный и дислокационный типы метаморфизма развиваются в ограниченных пространствах, локально. Первый тип проявляется в виде полосы вокруг магматических тел, а второй такой же полосой сопровождает тектонические трещины. Поэтому тот и другой типы объединяются названием **локальный** (рис. 3).

В противоположность локальному выделяют **региональный метаморфизм**, проявление которого охватывает большие пространства (регионы). Он протекает в широком интервале температур и давлений, поэтому его можно называть **динамотермальным**. Породы регионального метаморфизма, естественно, имеют наиболее широкое распространение. Одновременное проявление температур и давлений создает условия для новообразования широкого диапазона пород, которые можно разделить на фации – совокупности (семейства) пород, формирование которых протекало в близких термодинамических (P-T) условиях. Эта близость устанавливается по т.н. индекс-минералам с известными параметрами устойчивости в тех или иных P-T условиях. Известен, например, ряд слюд, устойчивость которых возрастает от 200-300 °С для серицита, до 300-400 °С для мусковита и 500 °С и более для биотита. Известны температуры устойчивости и для других минералов.

Название фации определяется по типичной породе. По мере возрастания P-T условий регионального метаморфизма выделяют: 1 – *зеленосланцевую* фацию; 2 – *эпидот-амфиболитовую* фацию; 3 – *амфиболитовую* фацию и 4 – *гранулитовую* фацию. В области термодинамических условий гранулитовой (иногда амфиболитовой) фации в породе может отмечаться частичное плавление, такое преобразование называют **ультраморфизмом**. Это переходная зона от метаморфизма к магматизму.

Особенности минерального состава

Широкий диапазон термодинамических условий проявления метаморфизма обусловил большое разнообразие минерального состава пород. Кроме того, этот набор минералов зависит от состава исходных пород. Сам механизм перекристаллизации пород, протекающий в твердом виде, представляет собой сложный процесс замещения одних минералов (неустойчивых при новых P-T условиях) другими, более устойчивыми. При этом важную роль играют поровые флюиды как катализаторы реакций замещения.

Кроме упоминавшихся минералов, входящих в состав магматических пород, выделяется группа минералов, характерных преимущественно для метаморфических пород.

Т а л ь к – низкотемпературный чешуйчатый минерал, возникающий при гидротермальной проработке магнезиальных пород. Мягкий, с жирным блеском.

Х л о р и т – низкотемпературный чешуйчатый минерал часто с зеленоватым оттенком. Образуется при гидротермальной проработке основных пород.

С е р п е н т и н – возникает как продукт гидротермальной проработки ультраосновных пород. Не обладает четко выраженной формой (иногда образует волокнистые агрегаты у хризотил-асбеста), серого с зеленоватыми оттенками цвета.

С е р и ц и т – низкотемпературная, мелкочешуйчатая, наиболее гидроксилнасыщенная разновидность слюды – мусковита. Присутствие в породе серицита обуславливает ее шелковистый блеск.

А к т и н о л и т – низкотемпературная разновидность роговой обманки. Образует волосовидные, тонколучистые неориентированные агрегаты. Цвет светло-зеленый.

Г л а у к о ф а н – разновидность роговой обманки, образующаяся при высоких давлениях. Образует тонколучистые агрегаты. Цвет густо фиолетовый до черного.

С т а в р о л и т – кристаллы в виде коротких ромбического сечения призм; характерные двойники, напоминающие прямой или косой (угол 60°) крест. Цвет коричневый, красно-бурый до черного. Легко узнается по цвету и двойниковым формам.

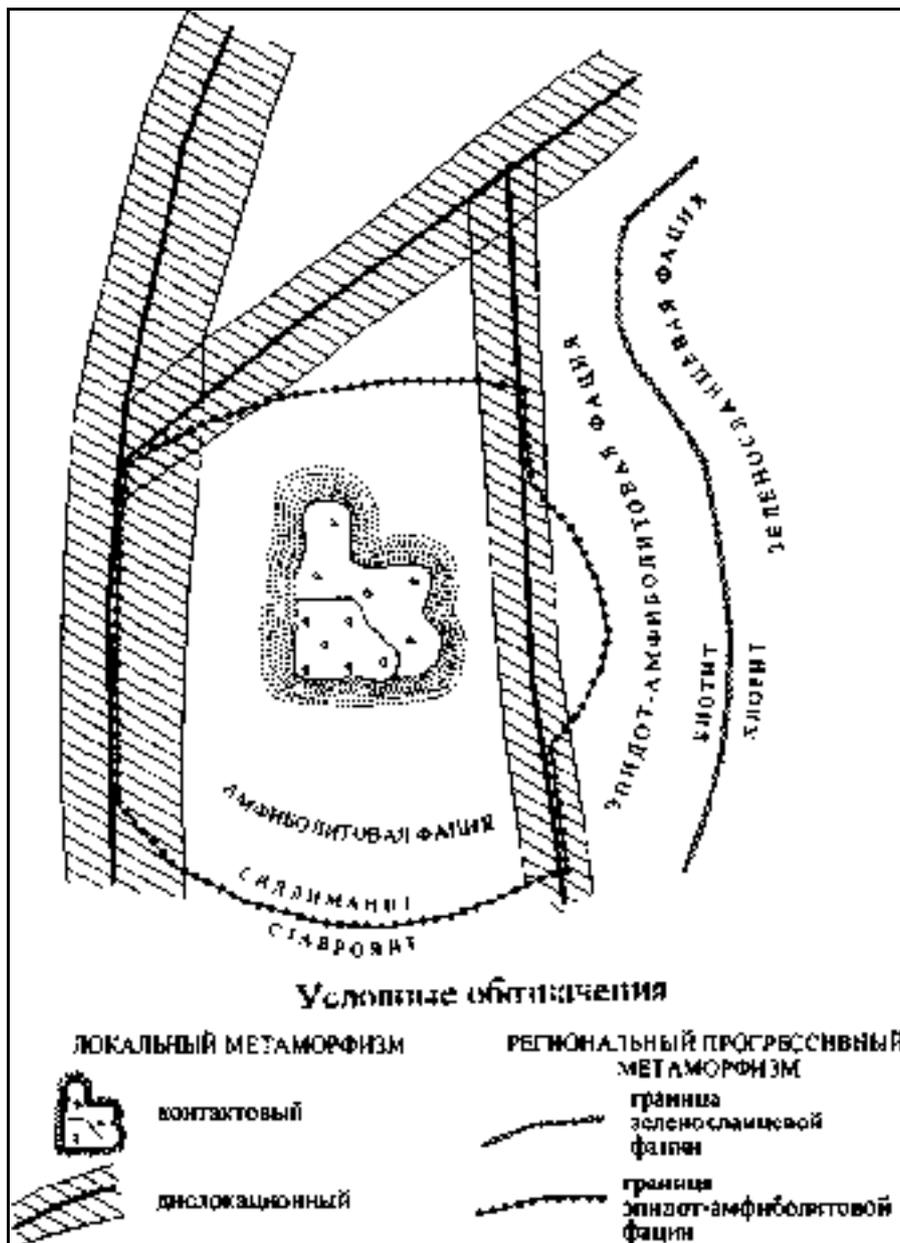


Рис. 1. Схематическая карта метаморфизма

К и а н и т – кристаллы длинные, уплощенные. Имеет анизотропию твердости. Цвет голубой или синий.

Э п и д о т – образует призматические кристаллы; лучистые или зернистые агрегаты. Цвет светло-зеленый. Блеск сильный стеклянный.

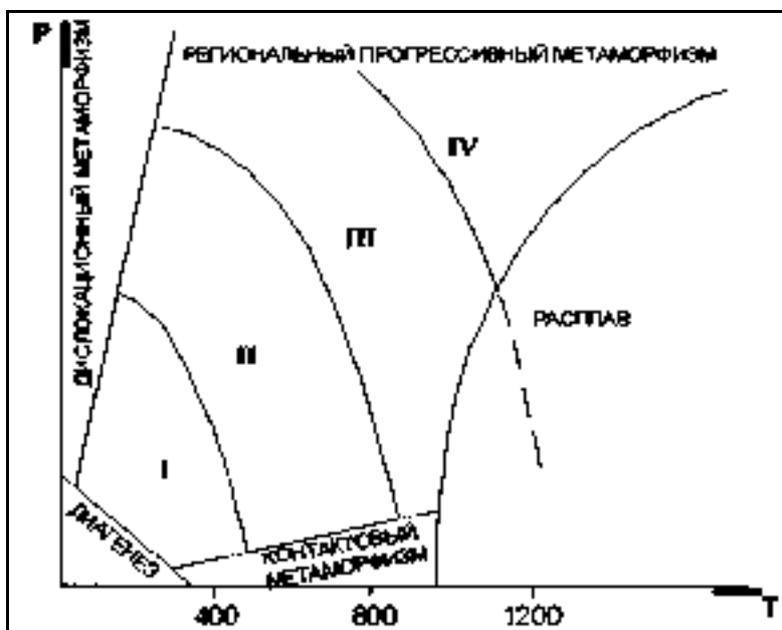


Рис. 2. Типы и фации метаморфизма

1 – зеленосланцевая; 2 – эпидот-амфиболитовая; 3 – амфиболитовая;
4 – гранулитовая

Г р а н а т – кристаллы изометричные в виде ромбододекаэдров, реже зернистые агрегаты. Цвет – от коричневого до красного. Макроскопически легко узнается по характерному облику кристаллов и цвету.

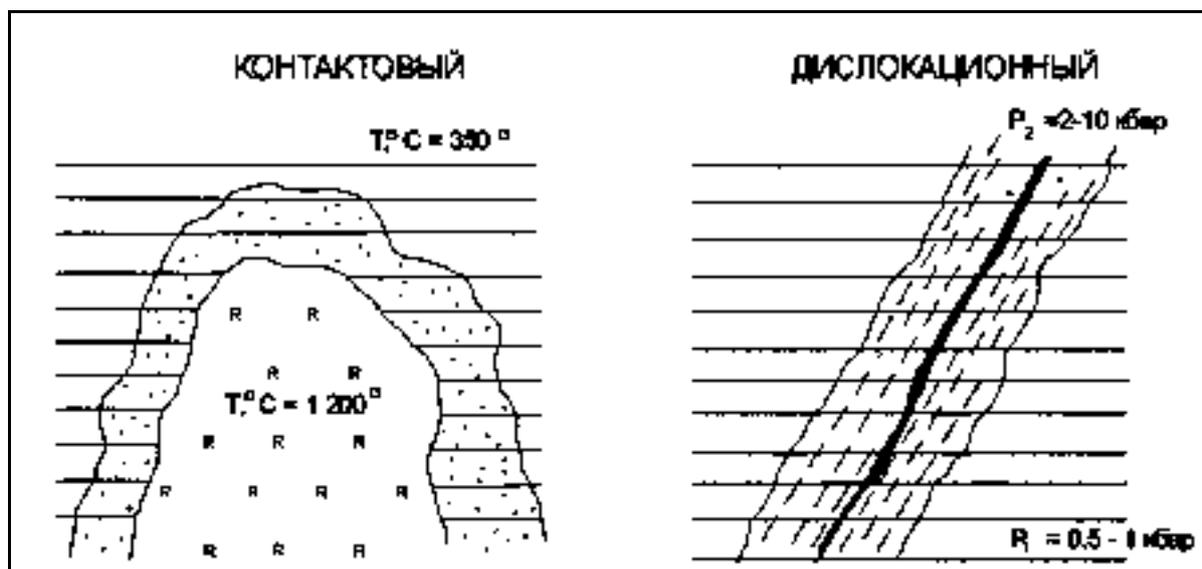


Рис. 3. Локальный метаморфизм

Текстуры и структуры

Текстуры и структуры метаморфических пород зависят от специфических физических условий их образования. Эти условия отличаются от термодинамических параметров кристаллизации магматических пород, для которых действует в полной мере известный закон Паскаля, обеспечивающий при любом направленном тектонических движений одинаковое давление во все стороны. Этим условием обеспечивается повсеместная массивная текстура глубинных магматических пород. Слюды в гранитах, например, благодаря действию закона Паскаля, не ориентированы в одном направлении.

Метаморфические процессы не достигают условий плавления, поэтому они изменяются в твердом или пластичном состоянии, когда закон Паскаля работает лишь частично или не проявляется вовсе. Для регионального метаморфизма, например, ориентированное давление влияет на форму возникающих минералов, а также на их параллельную или субпараллельную ориентировку. Поэтому у низкотемпературных продуктов регионального метаморфизма отмечаются, как правило, сланцеватые текстуры с параллельным и субпараллельным расположением вытянутых, уплощенных или чешуйчатых минералов.

С повышением температуры, в условиях амфиболитовой фации, когда вещество начинает проявлять пластические свойства, а значит частично проявляется закон Паскаля, четкая ориентировка удлиненных, уплощенных минералов постепенно исчезает, т. к. давление становится, до определенной степени, всесторонним. Такая текстура со слабо выраженной ориентировкой минералов называется гнейсовой, по названию главного и типичного представителя пород амфиболитовой фации – гнейса.

Максимальное проявление закона Паскаля достигается в условиях гранулитовой фации, поэтому ее продукты не несут следов ориентировки минералов, а текстура называется массивной как у глубинных магматических пород.

Так как региональный метаморфизм протекает в условиях тектонического давления, то сланцеватые текстуры могут усложняться мелкой складчатостью. Тогда текстура называется плейчатой. Нередко метаморфические процессы высокотемпературных фаций сопровождаются расслоением первично однородной массы на слои контрастного минерального состава. Образуются темно-окрашенные (с амфиболом, слюдами) и светлоокрашенные (с кварцем, полевым шпатами) слои. В этом случае говорят о полосчатой текстуре пород.

Более широкий диапазон текстур характерен для продуктов локального (контактового и дислокационного) метаморфизма. Для скарнов, роговиков, березитов, лиственитов, мраморов, образующихся при контактовом метаморфизме без проявления тектонического (стрессового) давления, наиболее часто отмечается массивная текстура.

Структурные особенности метаморфических пород также в существенной степени определяются Р-Т условиями среды минералообразования. Очевидно

ведь, что в условиях полной анизотропии среды, когда относительно «холодная» твердая порода подвергается тектоническому направленному сжатию, легче кристаллизоваться и расти чешуйчатым минералам, которые относительно легко могут наращивать свой размер вкрест, перпендикулярно вектору давления.

В то же время в условиях изотропной среды гранулитовой фации, когда давление становится всесторонним, возникают благоприятные условия для кристаллизации изометричных, объемных минералов.

Так как для метаморфических процессов отмечается тесная обусловленность внешними факторами формы минералов, эта особенность заложена в понятие *с т р у к т у р ы* (в противоположность магматическим и осадочным породам, где в понятие структуры вкладывается не форма, а размер минералов, зерен и т. д.). Форма минералов, а значит и структура породы, совместно с ее текстурными особенностями позволяют восстанавливать Р-Т условия образования продуктов метаморфизма.

Конкретные названия структур определяются несколькими латинскими названиями упомянутых форм минералов: *лепидос* – чешуйка; *нематос* – нить, иголка; *гранос* – зерно. Кроме того, следует помнить, что метаморфизм – процесс постоянного обновления минерального состава породы, все минералы вновь выросшие, возникшие. Этот процесс называется *б л а с т е з о м* (от греческого *б л а с т о с* – р о с т о к).

В итоге структуры продуктов регионального метаморфизма, в зависимости от формы слагающих ее минералов, могут называться: лепидобластовая, гранобластовая, нематобластовая, либо более сложными комбинированными названиями: лепидогранобластовая, нематогранобластовая и т. д.

Гранобластовая структура чаще отмечается для пород амфиболовой и гранулитовой фаций метаморфизма при наличии зерен изометричной формы – кварца, полевых шпатов, гранатов, карбонатов и др.

Лепидобластовая характерна обычно для зеленосланцевой фации при обилии чешуйчатых, листоватых минералов – серицита, мусковита, биотита, хлорита, талька, серпентина.

Нематобластовая в чистом виде встречается редко (амфиболы, актинолитовые сланцы) и отличаются наличием минералов игольчатой, длиннопризматической формы (эпидот, роговая обманка, актинолит, кианит, рутил).

Однако, как уже отмечалось, в природе чаще встречаются комбинированные структуры, когда в наличии имеется несколько минералов разной формы, например, лепидонематогранобластовая структура. В этом случае название структуры формируется по определенному правилу. В начале такого наименования ставится структура, определяющая форму наименее распространенного минерала, а в конце – наиболее распространенного.

Иногда в породе отмечаются разнозернистые агрегаты, когда один из новообразованных минералов резко выделяется по размеру среди остальных. В этом случае можно говорить о **порфирибластовой** структуре.

Значительно меньшую информацию об условиях образования несут структуры контактового метаморфизма, продукты которого чаще всего обладают **кристаллобластовыми** структурами.

Среди пород регионального метаморфизма имеется два характерных исключения. В зависимости от P-T условий различные формы минералов возникают лишь в том случае, если в исходном химическом составе имелись в наличии необходимые породообразующие компоненты, позволяющие строить все многообразие решеток минералов (чешуйчатых, игольчатых, зернистых). Среди осадочных пород известны два мономинеральные, а значит простые по составу, образования – известняки (CaCO_3 , MgCO_3) и кварцевые пески (SiO_2). При метаморфизме эти простые по составу породы не способны формировать игольчатые, чешуйчатые и другие, кроме зернистых, формы. Поэтому известняки при метаморфизме переходят в мономинеральную (с одним кальцитом) породу – мрамор с возможным укрупнением зерна по мере роста температуры. Аналогично ведут себя кварцевые пески, которые способны образовать только зернистый агрегат кварцита. Так как отмеченные породы не способны реагировать на давление изменением формы зерен, то для них, обычно, трудно восстановить тип метаморфизма – региональный или контактовый.

Основные разновидности метаморфических пород

Продукты регионального метаморфизма

Продукты регионального метаморфизма отличаются большим разнообразием. Это обусловлено, во-первых, разнообразием исходного состава горных пород (*эдукта*), во-вторых, зависимостью минерального состава пород от термодинамических условий (породы одного химического состава в условиях разных фаций имеют различный минеральный состав). Некоторым исключением выглядят две упомянутые выше породы: мрамор и кварцит, краткое описание которых приведено ниже.

Мрамор – карбонатная порода, образующаяся при метаморфизме известняков и доломитов и сложенная преимущественно кальцитом. Мраморы высокой степени метаморфизма лишь немногим отличаются от мраморов низкой степени. При увеличении температуры может возрастать крупность минеральных зерен. В остальном породы идентичны, хотя их генезис может быть весьма разнообразным.

Чистые разновидности мраморов имеют белый цвет, различные минеральные примеси окрашивают их в розовые (гематит), желтые (лимонит), серые (органическое вещество), зеленые (хлорит, эпидот) оттенки. Текстура массивная, реже полосчатая; структура гранобластовая.

Кварцит – горная порода, состоящая существенно из кварца. Образуется при метаморфизме кварцевых песчаников и некоторых кислых магматических пород (кварцевых порфиров). Так как кварц слабо реагирует на изменение термодинамических условий, фациальный уровень того или иного кварцита (если нет других минеральных примесей) определить очень трудно.

Кварциты низких и высоких степеней метаморфизма, в силу упомянутых причин, очень похожи. Цвет чистых кварцитов белый, в зависимости от примесей может обладать розовым, черным, желтым, зеленым оттенками. Текстура массивная; структура гранобластовая.

Внешне кварцит очень похож на мрамор, но отличается от него следующими свойствами: твердостью (кварцит царапает стекло, мрамор - нет), спайностью зерен (у кальцита совершенная спайность в трех направлениях, у кварца отсутствует), реакцией с соляной кислотой (мрамор «вскипает» в кислоте, кварцит не реагирует).

Полиминеральные породы изменяют свой минеральный состав в зависимости от фациальных условий, поэтому эти породы будут рассмотрены в рамках минеральных фаций.

Фация зеленых сланцев

Филлит образуется в самой низкотемпературной области фации зеленых сланцев. Исходной породой филлитов обычно являются аргиллиты (глинистые сланцы). Глинистые минералы в результате метаморфизма преобразуются в кварц, серицит, иногда хлорит, альбит (полевошпат), часто с примесью графита. Так как зерна очень мелкие визуально минеральный состав не устанавливается, а внешне это темная, почти черная (за счет примеси графита) сланцеватая порода с шелковистым блеском на плоскостях сланцеватости, обусловленным присутствием серицита.

Часть исходного минерального состава может оставаться не перекристаллизованной. Текстура сланцеватая, структура чаще всего гранолепидобластовая. Гранулярность породы нередко обусловлена сохранившимся зернистым кварцем.

Кварц – серицитовый сланец является продуктом зеленосланцевой фации прогрессивного регионального метаморфизма и образуется либо по аргиллитам (глинистым сланцам), либо по аркозовым песчаникам, или кислым магматическим породам. Основными минералами являются кварц, серицит, альбит (полевошпат). В зависимости от исходного состава пород могут присутствовать хлорит, эпидот или карбонаты. Размер зерен еще очень невелик (до 0,5 мм), поэтому отдельные минералы определяются с трудом. Цвет породы светло-серый, иногда с зеленоватым оттенком (за счет хлорита и эпидота); на плоскостях спайности – шелковистый блеск, обусловленный присутствием серицита. Текстура сланцевая, иногда плейчатая; структура гранолепидобластовая.

Хлоритовый (зеленый) сланец – продукт зеленосланцевой фации прогрессивного регионального метаморфизма основных магматических

пород. Это сланцеватые зеленые породы, цветом своим обязаны обилию одного или более зеленых минералов (хлорита, эпидота и актинолита), из других минералов практически всегда отмечается альбит (полевошпат) и кварц. Структура породы гранолепидобластовая.

Тальковый сланец образуется за счет низкотемпературного гидротермального метаморфизма ультраосновных магматических пород (перидотитов и серпентинитов). Основным минералом породы является тальк (не менее 75 %, обычно 90 %), может присутствовать хлорит, актинолит, серпентин, карбонаты. Текстура сланцеватая, структура лепидобластовая.

Эпидот-амфиболитовая фация

Слюдяной (кристаллический) сланец – продукт регионального метаморфизма эпидот-амфиболитовой фации. Исходными породами кристаллических сланцев могут быть осадочные (аргиллиты и песчаники) и кислые магматические породы. Основными минералами этих сланцев являются биотит, мусковит, кварц, полевые шпаты. При этом в сланцах преобладают слюды (биотит и мусковит), поэтому для них характерна грубая рассланцованность. Помимо этих минералов в кристаллических сланцах, как правило, присутствуют порфиробласты граната, кианита, ставролита и других минералов. Текстура сланцеватая; структура порфиробластовая, лепидогранобластовая, гранолепидобластовая.

Амфиболитовая фация

Гнейс – продукт дальнейшего метаморфизма слюдяных кристаллических сланцев, т.е. исходными породами гнейсов являются осадочные и кислые породы. Главные минералы гнейсов – кварц, полевые шпаты, слюды (биотит, мусковит) и роговая обманка; может присутствовать гранат, кианит и др. Наиболее характерным отличием гнейсов от кристаллических сланцев является гнейсовая (полосчатая) текстура – чередование светлых кварц-полевошпатовых и темных биотит-роговообманковых прослоев – без отчетливой ориентировки удлиненных и чешуйчатых зерен. Такая расслоенность является результатом «метаморфической дифференциации» прогретых до высокой пластичности пород, при которой обычно не образуется сланцеватых структур. Структура лепидогранобластовая.

Амфиболит – типичная порода амфиболитовой фации регионального метаморфизма, производная от основных магматических пород. Сложена преимущественно роговой обманкой и плагиоклазом. В ней могут присутствовать в небольших количествах гранат, биотит и кварц. Текстура визуально массивная, но под микроскопом часто заметна ориентировка призм роговой обманки. Нередко наблюдается полосчатая «гнейсовая» текстура. Структура нематогранобластовая или гранонематобластовая.

Гранулитовая фация

Гранулиты представляют собой среднезернистую до крупнозернистую породу по облику, состоящую в основном из калиевого полевого шпата, натриевого плагиоклаза и пироксена, а также кварца, граната и других минералов. Гранулиты похожи на гнейсы, но поскольку у них обычно нет слюды, эти породы имеют массивную текстуру. Структура породы преимущественно гранобластовая.

Продукты дислокационного метаморфизма

При дислокационном метаморфизме основным фактором является одностороннее (стрессовое) давление, которое возникает при тектонических подвижках (взбросах, сдвигах, надвигах и т. д.).

Тектонические брекчии – сильно раздробленные породы, состоящие из угловатых обломков различных размеров, сцементированных тем же, но мелко раздробленным, материалом. Разновидностью тектонической брекчии может считаться яшма – кремнистая пестро окрашенная порода, продукт тектонического дробления осадочных, вулканогенно-осадочных кремнеземсодержащих образований.

Катаклазит – сильно раздробленная, перетертая горная порода, состоящая из деформированных, изогнутых, раздробленных зерен минералов.

Милонит – еще более тонкоперетертая горная порода. От катаклазита отличается большей степенью раздробленности минеральных зерен и наличием линзовидно-полосчатой, сланцеватой текстуры, которая возникает вследствие неоднократных разнонаправленных перемещений блоков породы. В результате образуются линзы грубо раздробленного материала, сцементированные тонко раздробленной полосчатой, частично перекристаллизованной массой.

При более высоких температурах в зонах дислокационного метаморфизма происходит перекристаллизация и новообразование минералов, устойчивых при высоких давлениях – кианита, пироба, омфацита (пироксена). Примером таких пород может служить эклогит.

Эклогит – продукт метаморфизма высоких температур и очень высоких давлений. Исходными породами эклогитов являются основные магматические породы. Состоят преимущественно из пироксена (омфацита) и граната (пироба). Иногда отмечается кианит и полевые шпаты. Омфацит темно-зеленого цвета, призматической формы. Гранат в эклогите представлен пиробом, который образует крупные порфиробласты красно-коричневого цвета. Текстура массивная, иногда слабо сланцеватая, структура гранонематобластовая.

Кроме того, хорошо известно, что алмазы образуются в «трубках взрыва», в кимберлитах при высоких давлениях. Минералами-спутниками алмазов служат те же омфацит и красный пироб.

Продукты контактового метаморфизма и метасоматизма

В случае если контактовый метаморфизм протекает в зоне сочленения разогретой силикатной магмы с близкими ей по химическому составу вмещающими породами, здесь происходит лишь прогрев пород без существенного перемещения химических компонентов. В таких условиях, при отсутствии контраста химических составов обеих пород, образуется, например, роговик.

Роговик – плотная порода, обычно с высоким содержанием кремнезема. Следствием такого состава является присутствие у неё раковистого излома. Текстура массивная, структура гранобластовая (роговиковая). В состав роговика могут входить различные минералы: кварц, слюды, полевые шпаты, гранат и др. Но вследствие тонкозернистой (роговиковой) структуры эти минералы обычно не определяются.

При наличии градиента концентрации (контраста) химического состава на границе магма – вмещающие породы, такой контактовый метаморфизма обычно сопровождается *метасоматизмом* – существенной миграцией химических компонентов, что, в конечном счете, приводит к значительному изменению состава как магмы (в эндоконтакте), так и во вмещающих породах (в экзоконтакте). Так образуются скарны.

Скарн – контактово-метасоматическая порода, образующаяся на контакте мраморов или известняков и кислых (до средних) магматических пород. В зоне контакта под действием высоких температур магматического очага на начальной стадии образуются роговики, которые при дальнейшей их проработке высокотемпературными растворами преобразуются в метасоматическую породу – скарн.

Растворы имеют высокую минерализацию и пропитывают эндо- и экзоконтакты интрузии. В мраморы и известняки из интрузии обычно мигрируют элементы Fe, Mg, Si, Al и др., а в известняках растворы обогащаются Ca и CO₂. В результате взаимодействия этих растворов происходит образование новых минералов – граната (андрадита), кальцита, реже везувиана, эпидота, роговой обманки и актинолита. Очень часто скарны бывают рудными, т. е. содержат большое количество магнетита, сульфидов, иногда золота. Все крупнейшие на Урале месторождения железа, разрабатываемые еще Демидовым, на базе которых выросли такие города, как Н.Тагил, Екатеринбург, Магнитогорск, являются скарново-магнетитовыми.

В целом для скарнов характерны следующие признаки: разнообразие и непостоянство минерального состава; резкое изменение размеров зерен даже в пределах одного штуфа; обязательное присутствие граната и кальцита; частое наличие рудных минералов (магнетита и др.). Текстура у них массивная, структура гранобластовая.

Метасоматизм, или метасоматоз, протекает без проявления ощутимого стрессового, тектонического давления. Поэтому объем исходных и конечных продуктов всегда сохраняется неизменным. В некоторых случаях метасоматические породы образуются благодаря «пропариванию» пород

проникающими с глубин горячими растворами (серпентиниты, листвениты, березиты).

Серпентиниты – гидротермально изменённые ультраосновные породы (дуниты, перидотиты). Серпентинизация может быть как автометаморфической, т. е. вызванной гидротермами самой интрузии, так и аллометаморфической, связанной с воздействием на ультраосновные породы гидротерм других, более молодых интрузий. Сущность процесса серпентинизации заключается в замещении первично безводных Fe-Mg-силикатов (оливина и пироксена) водным силикатом Mg (серпентином) и вторичным окислом железа (магнетитом). Цвет породы тёмно-зелёный, пятнистый, текстура массивная, структура лепидогранобластовая.

Листвениты – конечный продукт единого процесса гидротермального преобразования ультраосновных пород, состоящего из 3-х стадий – серпентинизации, карбонатизации и лиственитизации. Гидротермы, вызвавшие серпентинизацию ультраосновных пород, с понижением температуры обогащаются углекислотой (CO₂), что вызывает интенсивную карбонатизацию серпентинитов с образованием талька и карбоната Mg. На следующем этапе, когда весь серпентин заместился тальком и карбонатом, начинается карбонатизация талька. Освобождающаяся при этом кремнекислота (SiO₂) образует кварц. В результате появляется кварц-карбонатная порода – лиственит. Обычно она имеет зелёный цвет за счёт примеси фуксита – зелёной хромовой слюды. Характерны также примесь золотоносного пирита, поэтому листвениты используются как поисковый признак на золото. Текстура массивная, структура гранолепидобластовая.

Березиты – гидротермально изменённые кислые магматические породы, в которых полевые шпаты под воздействием гидротерм были замещены серицитом. Состоят из кварца и серицита часто с примесью золотоносного пирита. Цвет серый, текстура массивная, структура гранолепидобластовая.

2.1.3. Тектоника

Конвективные движения в пластичной астеносферной оболочке приводят в постоянное движение внешнюю хрупкую оболочку земли – литосферу. Ее движения осуществляются, главным образом, по двум направлениям: вертикальному и горизонтальному. И те, и другие приводят к нарушению первоначального залегания пластов литосферы, формируют ее внутреннюю структуру. Всесторонним изучением таких движений литосферы занимается наука геотектоника. В сфере ее изучения как сами процессы движения, их характер, причины, так и последствия – деформации литосферы. Как правило, именно после изучения и анализа деформаций восстанавливают характер процесса движения.

Классификация тектонических явлений

Согласно современной классификации профессора МГУ В. Е. Хаина, тектонические движения делятся на два типа: вертикальные и горизонтальные. Давно и хорошо изучены вертикальные движения литосферы, которые имеют множество аргументированных доказательств. Здесь выделяют колебательные (эпейрогенические) и горообразующие (или орогенические) движения.

Колебательными, или эпейрогеническими, называют медленные радиальные движения литосферы вверх-вниз, которые обычно не приводят к существенным деформациям ее пластов. При орогенических (горообразовательных) движениях напряжения передаются тангенциально, по касательной к поверхности Земли, и в результате такого горизонтального столкновения литосферных плит (коллизии) формируются складчатые пояса - геосинклиналии. Некоторые исследователи увязывают отмеченные два типа движений генетически, как имеющие единую, общую природу.

В середине XX века в геологии доминировали представления об исключительно вертикальных движениях литосферы. С ними связывались также складчатые и разрывные нарушения, т. е. формирование геосинклинальных структур. Их физико-химическая природа очевидна: движение вниз (прогибание) обеспечивает сила гравитации, а подъем вверх – тепловое расширение, подъем нагретого на глубинах тепло-массопотока.

За последние годы доминирующей стала концепция (теория) горизонтальных движений литосферных пластин, формирующих зоны растяжения (рифтинга) и зоны сжатия (геосинклиналии). Механизм и причины таких горизонтальных движений до конца не выяснены, однако обычно увязываются с так называемыми «вихревыми» движениями в подстилающем их слое – астеносфере. В настоящее время горизонтальные и вертикальные движения литосферы не являются взаимно исключающими друг друга.

С началом космической эры, когда начали внедрять лазерные методы инструментальных наблюдений, масштабы вертикальных и горизонтальных движений были надежно обоснованы. Речь идет обычно о движениях, достигающих первых сантиметров в год. Максимальный горизонтальный дрейф сегодня испытывает Австралийский континент, который перемещается к северо-западу со скоростью 16 см в год.

Вертикальные движения

В недалеком прошлом в качестве свидетельств современных вертикальных движений привлекались, например, погруженные в прибрежные акватории древние города, а точнее - их остатки. Сегодня таким примером может служить Венеция, фундамент домов которой погружен в воду. Быстро поднимается Скандинавия, погружается северо-запад Европы, где Голландия, Бельгия спасают от наступающего моря свои северные территории при помощи

высотных дамб. Масштабы вертикальных перемещений сопоставимы с горизонтальными и достигают первых сантиметров в год.

Надежным индикатором современных вертикальных движений могут служить речные террасы. На Урале, например, реки бассейна Оби имеют четыре горизонтальные площадки, возвышающиеся над поймой. Обычно такие площадки (террасы) имеют высоту несколько метров (обычно 3-5 м). Они в свое время были поймой, однако, вследствие эпейрогенических движений, на фоне которых амплитуда восходящих движений была каждый раз больше, чем нисходящих, такие горизонтальные площадки оказывались приподнятыми. Русло реки каждый раз врезалось все глубже, а новая пойма все ниже. За последний миллион лет геологической истории на восточном склоне Урала по наличию речных террас устанавливается четыре колебательных движения с общей тенденцией к поднятию.



Рис.4. Схематический разрез речных террас

Характер движения и их масштабы фиксируются разрезом террас (рис. 4). Цокольные террасы, сложенные исключительно скальными, коренными породами, могут рассматриваться как свидетели подъема территории без предшествующего опускания, а аккумулятивные террасы, сложенные речными наносами, свидетельствуют о предшествующем опускании территории и т. д.

Классическими геологическими доказательствами вертикальных тектонических движений являются разрезы осадочных терригенных толщ. Быстрая смена вверх по разрезу грубообломочных пород (конгломератов) более мелкообломочными (гравелитами), а затем песчаниками и, наконец, глинистыми породами может рассматриваться как доказательство погружения дна моря, отступления береговой линии. Такой разрез называется

трансгрессивным (трансгрессия – наступление моря). Обратное чередование слоев, когда вверх по разрезу размер зерен становится все более крупным, может служить доказательством обратного тектонического процесса – поднятием морского дна. Такой разрез называется регрессивным. Аргументом в пользу такого толкования разреза может служить распределение осадков в современных морях: чем дальше от береговой линии – тем мельче осадочный материал. Волноприбойные движения строго сортируют привносимый с континента материал, крупный галечник остается в зоне пляжа, а мелкий глинистый материал выносится в глубинные и удаленные от берега зоны моря.

Горизонтальные движения

Убедительные доказательства горизонтальных перемещений литосферных плит (пластин) получены лишь в последние десятилетия, хотя о расколе Пангеи (бывшего единого континента) говорили давно. До недавнего времени трудно было объяснить механизм такого перемещения, его причины и источники энергии. Известная с начала века теория «дрейфа континентов» Вегенера была вскоре опровергнута физико-математическими расчетами советских геофизиков, что надолго затормозило развитие исследований в этой области. Лишь в последние десятилетия теория горизонтальных перемещений литосферных пластин была аргументированно обоснована.

Серьезный сдвиг в восстановлении теории горизонтального дрейфа был получен с открытием астеносферы – слоя размягчения в верхней мантии. Ведь до сих пор главным контраргументом против возможного горизонтального смещения одного слоя верхней оболочки Земли по отношению к другому была математически доказанная невозможность процесса, способного оторвать отдельные слои по горизонтальным плоскостям с последующим движением по ним. Открытие астеносферы сняло это главное возражение геофизиков. Механизм горизонтального скольжения как своеобразного «транспортера» литосферных плит был установлен. Началась интенсивная разработка теории горизонтальных перемещений, известной в последующем как «новая глобальная тектоника», теория мобилизма, плейт-тектоника.

Первые аргументы в пользу горизонтальных перемещений верхней оболочки Земли привел в начале 20-го века немецкий геофизик Вегенер в своей книге «Дрейф континентов». Этот ученый полагал, что континентальные блоки коры перемещаются по океаническим. Как в последствии оказалось, это было невозможно. Возражение было снято лишь во второй половине века, когда была открыта астеносфера. Это открытие стало глобальной вехой в развитии геологических представлений вообще и стало основным аргументом в пользу горизонтальных перемещений литосферных плит в послевегенеровское время. Сегодня можно уверенно говорить о том, что двигаются не только континенты (континентальные блоки), но и блоки океанической коры, захватывая часть верхней мантии.

Тектонические деформации (дислокации)

Естественным следствием тектонических движений являются деформации слоев литосферы, которые нарушают их первоначальные залегания. Складчатые, или пликативные деформации, обычно развиваются на фоне горизонтальных сжатий и проявляются без разрыва сплошности пластов. При этом может наблюдаться их уплотнение, утончение или утолщение, хотя следует отметить, что на практике складчатые деформации обычно всегда сопровождаются сетью тонкой трещиноватости, называемой кливажом. Трещины кливажа могут иметь различную ориентировку, а их образование связывается с неравномерным движением вещества при формировании складок. При изгибе пласта внешние слои растягиваются, а внутренние сжимаются.

По форме складки делятся на *антиклинальные* – выпуклые вверх и *синклинальные* – вогнутые вниз, однако в природе, на отдельных обнажениях, нередко видна лишь часть складки, когда пласты наклонены в одну сторону. Такой фрагмент складки называется моноклиналью.

В относительно спокойных тектонических областях, без проявления интенсивных горизонтальных сжатий, антиклинальные складки могут иметь вид купола – слабо выпуклой складки, изометричной в плане. Если эта изометричность в плане нарушена, но отношение длины складки к ее ширине не превышает 2:1, такие деформации называют брахискладками, в данном случае – *брахиантиклиналью*. Аналогичные синклинальные структуры называют мульдой или чашей, а в некоторых случаях – *брахисинклиналью*. Более напряженные складки называют линейными, изоклинальными.

Наиболее часто употребляют классификации складок по морфологическому (форме складок) или генетическому (по происхождению) принципу. Кратко коснемся лишь морфологии складок и, прежде всего, геометрических элементов отдельной складки.

У каждой складки выделяют ряд элементов: замок, крылья, ядро, шарнир, ось, осевая плоскость (рис. 5).

Замок складки – место перегиба пласта; **крылья** – боковые, расходящиеся части складки, которые сочленяются в замке; **ядро складки** – внутренняя часть складки, осевая плоскость делит складку на две симметричные части и проходит через **шарнир** – линию, соединяющую все точки максимального перегиба пласта.

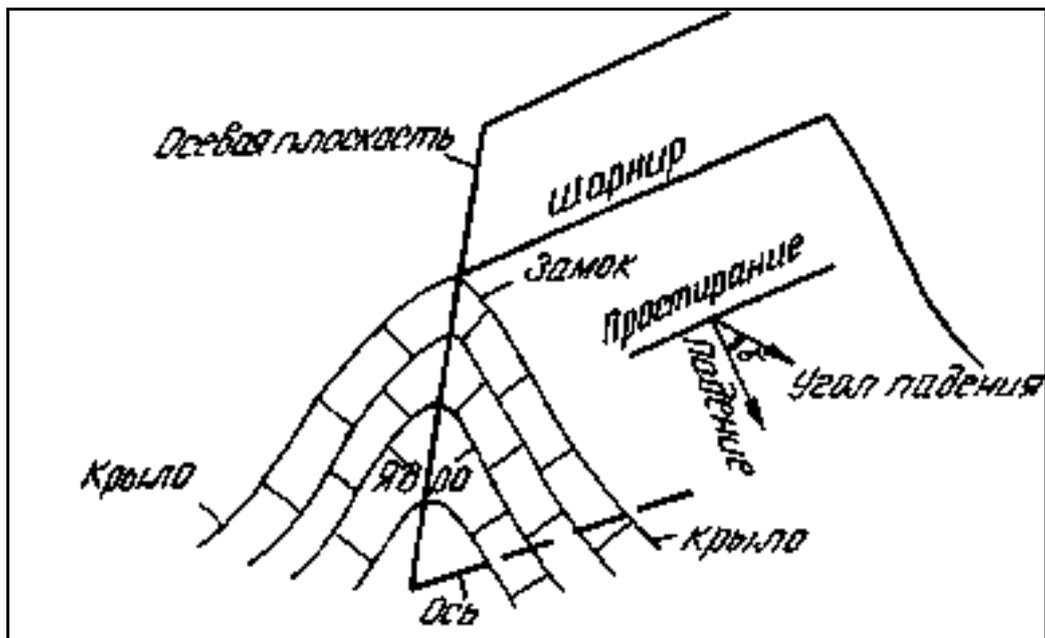


Рис. 5. Элементы складок

Если складка горизонтальна, то шарнир складки совпадает с ее осью, которая представляет собой линию пересечения осевой плоскости с горизонтальной плоскостью. Если складка наклонена, то шарнир, как материальная линия перегиба пласта, тоже наклоняется, или ундулирует. Ось же складки как воображаемая линия пересечения осевой плоскости с горизонтальной остается неизменной, т. е. всегда лежит в горизонтальной плоскости.

По морфологии и положению осевой плоскости складки делятся на *прямые* (а), *наклонные* (б), *опрокинутые* (в), *лежащие* (г), *ныряющие* (д).

В прямых складках осевая поверхность вертикальна, крылья наклонены в разные стороны, а их наклон одинаковый. В *наклонных* (*косых*) – осевая плоскость наклонна, а крылья падают под разными углами в разные стороны. *Опрокинутые* складки обладают наклонной осевой плоскостью, а их крылья падают в одну сторону. У *лежащих* складок осевая плоскость совпадает с горизонтальной, а у *опрокинутых* «ныряет» под углом к горизонтальной плоскости (рис. 6).

По форме замка выделяются следующие морфологические типы складок (рис. 6): *нормальные* или *гребневидные* (а), *изоклиальные* (б) – с приблизительно параллельными крыльями и узким замком, *веерообразные* (в) – напоминающие веер с широким замком, *сундучные* (г) – с широким замком и круто наклонными крыльями.

Кроме отмеченных типов складок выделяют более сложные модификации, которые образуются при наложении нескольких этапов деформаций. В этом случае более сложные гармоничности складок, естественно, характерны для более древних пластов, залегающих на более глубоких горизонтах.

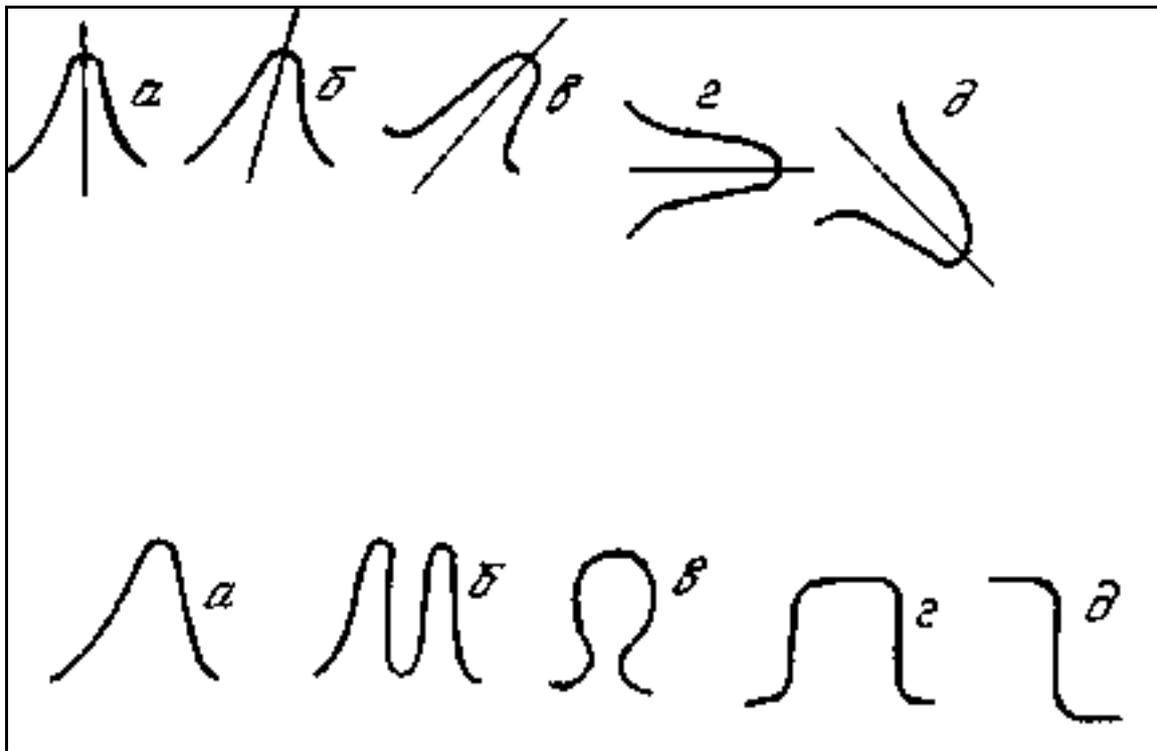


Рис. 6. Типы складок: сверху – по положению осевых плоскостей (а – прямая, б – косая, наклонная, в – опрокинутая, г – лежащая, д – ныряющая); внизу – по морфологии (а – нормальная, гребневидная, б – изоклиальная, в – веерообразная, г – сундучная, д – флексура)

Разрывные (дизъюнктивные) нарушения формируются при достижении предела текучести пласта, когда происходит разрыв его сплошности. Поэтому хрупкие деформации обычно следуют за пластичными, а вместе они обычно сопровождают друг друга.

Трещины, разрывы сплошности геологических тел, бывают самого различного происхождения. В глубинных частях коры микротрещиноватость нетектонического происхождения обычно связывают с контракционными процессами в обрамлении магматических массивов, а также с диагенезом осадочных пород. Микротрещины обычно имеют петрогенетическую природу. На дневной поверхности трещиноватость обусловлена, прежде всего, экзогенными процессами, обусловленными энергией Солнца.

Рассмотрим главный тип разрывных нарушений в земной коре, обусловленный тектоническими причинами. В условиях больших динамических напряжений дизъюнктивные нарушения приводят к смещению пластов по т.н. плоскости сместителя, или по сместителю. В таких разрывах перемещение отдельных блоков единого в прошлом пласта может происходить как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскостях. Геометрия таких перемещений иллюстрируется рисунком элементов *сброса* – разрывного нарушения в условиях растяжения, когда сместитель (плоскость сместителя) наклонен в сторону опущенного блока (рис. 7).

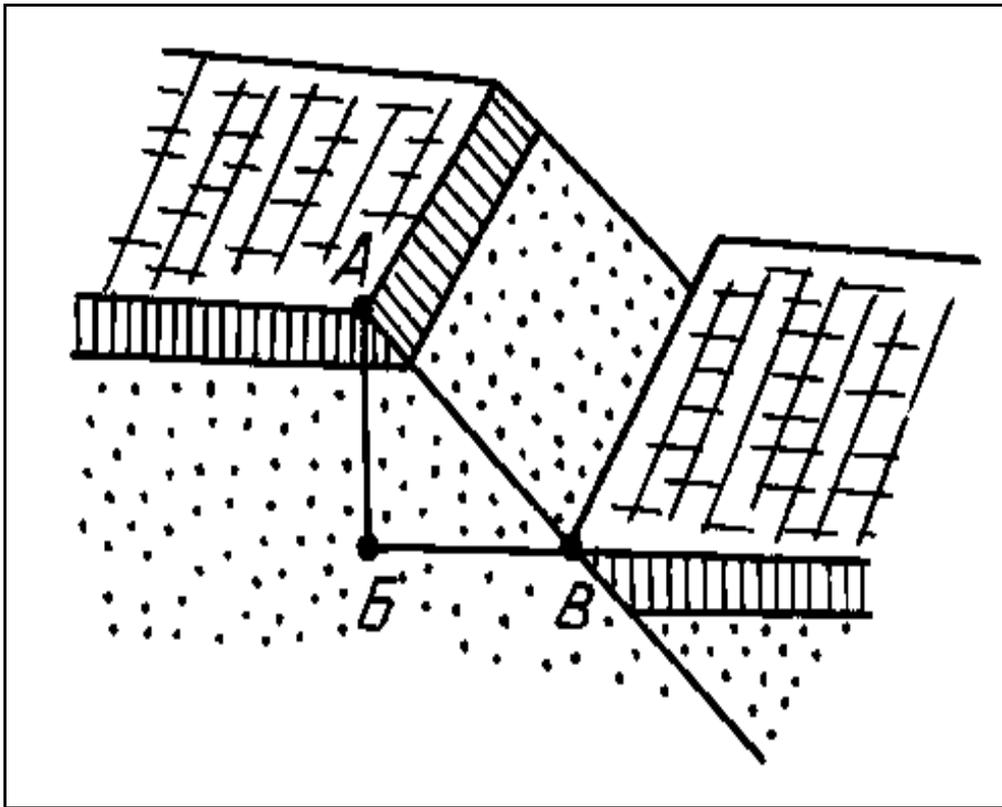


Рис. 7. Элементы сброса

*А-Б – вертикальная амплитуда сброса, Б-В – горизонтальная амплитуда сброса,
А-В – амплитуда истинного смещения*

Аналогичные элементы выделяются у **взброса** – разрывного нарушения, развивающегося в условиях сжатия, когда сместитель наклонен в сторону поднятого блока (под него). Похожая на взброс структура, у которой сместитель образует острый угол ($<30^\circ$) по отношению к горизонтальной плоскости, называется надвигом. Видимое смещение пластов в горизонтальной плоскости (на карте) называют сдвигами. В природе такие смещения происходят как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскостях и тогда они называются сбросо-сдвигами, взбросо-сдвигами и т.д. (рис. 8).

Нередко в природе наблюдаются более сложные комбинации упомянутых структур: ступенчатые сбросы, грабены, горсты, сложные грабены и др.

Несколько особо следует упомянуть **глубинные разломы** – разрывные нарушения литосферного порядка. О них трудно говорить как о трещине, чаще это довольно мощная (до первых десятков километров в ширину) зона дробления, деструкции литосферы, корни которой нередко достигают мантии. Это особые зоны проницаемости литосферы, по которым происходит дренаж глубинной энергии в виде тепло-массопотоков, определяющих геологический режим целого региона. Такие разрывные нарушения планетарного порядка можно называть разломами первого порядка.

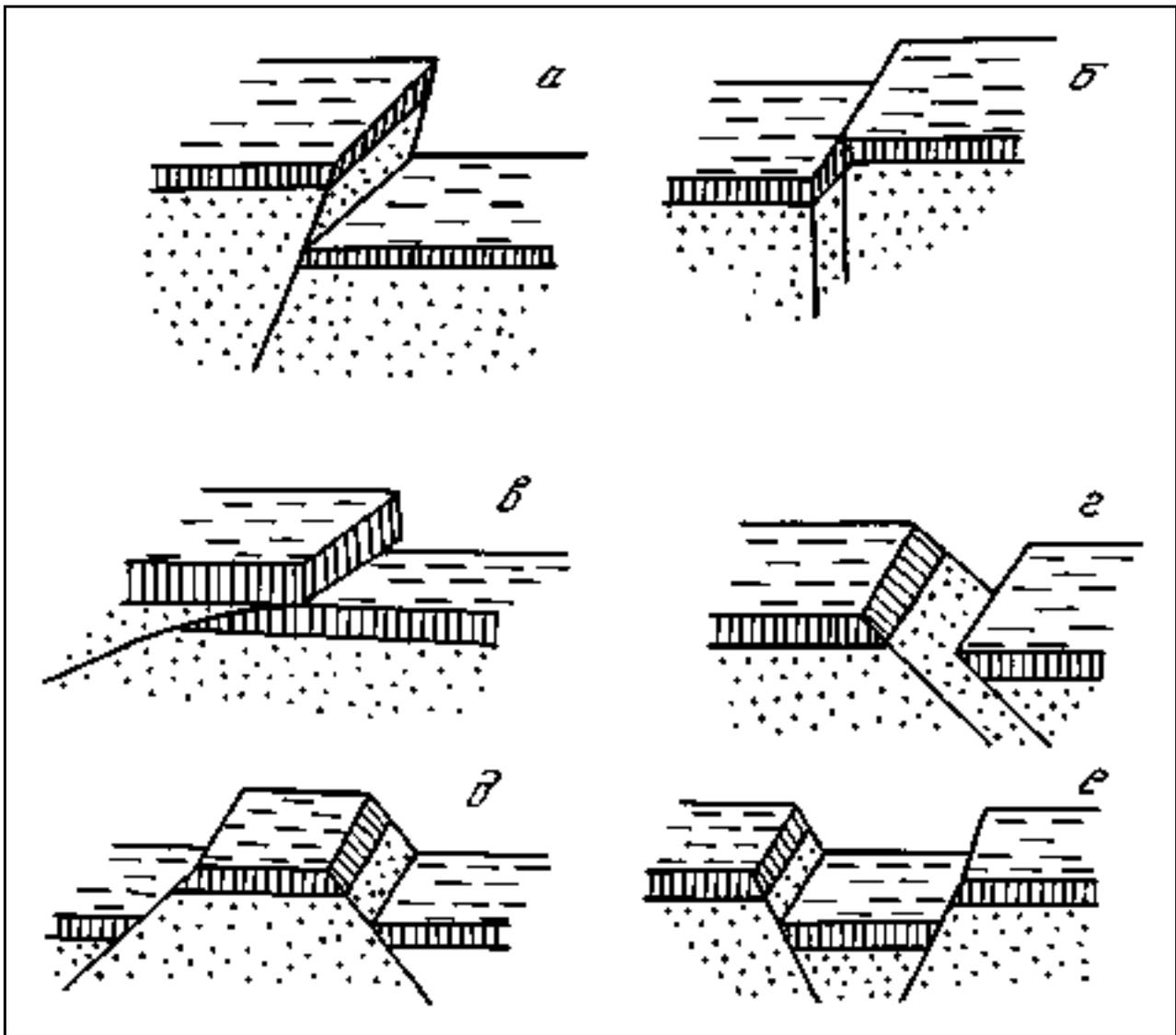


Рис. 8. Основные виды разрывных тектонических нарушений:
a – взброс, б – сдвиг, в – надвиг, г – сбросо-сдвиг, д – горст, е – грабен

К таковым можно отнести, прежде всего, планетарную систему СОХ (срединно-океанических хребтов), зоны Заварицкого-Беньофа, разлом Красного моря, в США – известный разлом Сан-Андреас и др. Нередко такие глубинные разломы на поверхности трассируются ультраосновными массивами, представляющими вещество мантии.

2.2. Экзогенные процессы

К экзогенным процессам относят такие превращения внешней оболочки Земли, которые протекают при участии солнечной энергии. Сюда относят геологическую деятельность ветра, постоянных и временных водотоков, озер и болот, морей, ледников, подземных вод, выветривания. Все они преобразуют лишь тонкую внешнюю оболочку коры.

Несколько отдельно стоят процессы, связанные с гравитационным воздействием на Землю Луны. Они вызывают в пределах морских акваторий приливы и отливы. При реализации этих природных явлений отмечается ряд последовательных стадий (разрушение горных пород, их перенос и транспортировка, сортировка и аккумуляция, осаждение и диагенез), конечным продуктом которых являются осадочные горные породы.

2.2.1. Литогенез

Под литогенезом понимают совокупность экзогенных процессов, позволяющих, в конечном счете, формировать осадочные породы. Сюда относят процессы разрушения горных пород, слагающих континентальную кору, последующую транспортировку и осаждение продуктов разрушения в морских бассейнах, а также процессы формирования и седиментации органогенных и хемогенных образований в пределах морских и океанических акваторий.

Осадочные горные породы представляют собой скопления минерального или органического вещества, образующегося на дне водоёмов или на поверхности суши как результат действия экзогенных процессов. Они покрывают около 75 % поверхности континентов. При этом многие из осадочных горных пород являются полезными ископаемыми: три четверти ежегодно добываемого сырья имеет осадочное происхождение. Это уголь, нефть, газ, вода, железные и марганцевые руды, бокситы, гипсы и ангидриты, соли, фосфориты, цементное сырьё, известняки, пески и глины.

Образуются осадочные горные породы, преимущественно, за счет разрушения и последующего переноса в водные бассейны всех типов пород: магматических, метаморфических и осадочных. Кроме того, они могут формироваться за счет жизнедеятельности и отмирания живых организмов, а также в процессе химических реакций осаждения из водных растворов.

Механизмы формирования осадочных пород, их вещественный и химический состав, в отличие от магматических и метаморфических разновидностей, намного более сложные и разнообразные. Выделяют терригенные («рожденные на суше»), органогенные (образованные за счет жизнедеятельности и отмирания живых организмов) и хемогенные (за счет химических реакций осаждения) разновидности. Широкий диапазон химического и вещественного состава объясняется тонким разделением продуктов разрушения первичных пород и переходом в раствор их составных

частей. Минералогический состав осадочных пород характеризуется широчайшим диапазоном минералов, устойчивых в экзогенных условиях: кварц, халцедон, опал, минералы группы каолинита, силикаты и оксиды железа, марганца, алюминия. Кроме того, осадочные породы могут содержать обломки других пород, скелетные остатки организмов, или продукты их жизнедеятельности (например, зубы акул, коралловые постройки и т. д.), а также состоять из солей.

Такое многообразие пород, обусловленное различиями условий их образования, стало причиной широкого диапазона их текстур и структур. Этим же обстоятельством обусловлены трудности, связанные с классификацией, разночтениями в определении некоторых разновидностей пород.

Современное осадкообразование

Большая часть описываемых пород образуется за счёт осаждения вещества, представляющего собой, в основном, продукты выветривания, разрушения более древних пород суши. Отсюда их название – *терригенные* (образованные на континенте). Скопления таких продуктов, образующихся в современных условиях, называют осадками. Образование осадочного материала осуществляется в различных физико-географических условиях: на поверхности суши и в водных бассейнах в результате различных геологических процессов и явлений, ведущим из которых является выветривание – механическое дробление и химическое разложение пород различного состава и генезиса.

Механическое дробление происходит на поверхности Земли и осуществляется под воздействием внешних климатических факторов (перепада температур днём и ночью, который приводит к формированию сети трещин в породах), а также ветра, речных вод, временных водотоков, морских течений и т. д. Химическое разложение происходит, главным образом, под действием природных вод, заметное влияние при этом оказывают также свободный кислород и углекислый газ. Интенсивность и скорость химического разложения зависит от климатических условий, их величина резко возрастает с приближением к экватору, по мере увеличения температуры. Осадочный материал, образующийся на поверхности суши, перемещается водой, ветром и льдом по её поверхности в водные бассейны. Основным фактором-регулятором распределения обломочного материала, является гидродинамика бассейна, связанная с расстоянием от суши и его глубиной. По мере увеличения глубин и расстояния от суши происходит осаждение всё более и более мелких частиц, так как крупные частицы имеют большую скорость осаждения, чем мелкие.

В прибрежной зоне с активной динамикой вод наблюдается механическая дифференциация вещества – накопление валунов и гальки на пляже и на глубинах в несколько метров, ниже – песка, а ещё ниже (глубины более 60-80 м) – глинистых пород. В прибрежной зоне и на мелководье (глубины до 100 м) в результате жизнедеятельности моллюсков, иглокожих, известковых водорослей и других организмов образуются карбонатные осадки:

ракушняки, пески с ракушками, пески из раковинного детрита (мелких обломков), алевроиты и илы, биогермы – постройки водорослей и т.п.

В процессе переноса и осаждения материала происходит осадочная дифференциация, в результате которой под влиянием механических, химических, биологических и физико-химических процессов происходит сортировка или избирательное выделение в твёрдую фазу растворённых и газообразных веществ с последующим переходом отделившихся однородных продуктов в осадок. Образовавшиеся из таких осадков горные породы отличаются простым химическим составом, высокой концентрацией отдельных компонентов или большой однородностью частиц по размеру. Многие осадочные породы благодаря дифференциации представляют собой ценные полезные ископаемые (кварцевые пески, железные руды, каменная соль и др.).

В общем балансе осадочных пород значительно меньший объём занимают органогенные образования, которые представляют собой продукты жизнедеятельности или отмирания живых организмов. Сюда относятся, прежде всего, известняки – продукты отмирания организмов, извлекающих обычно из среды обитания CaCO_3 , а также опоки, имеющие состав SiO_2 , $n\text{H}_2\text{O}$, и угли, представляющие собой различные углеродистые соединения.

Ещё реже в разрезе осадочных пород отмечаются *хемогенные* образования, которые формируются в процессе химических реакций осаждения из пересыщенных вод (рассолов). Типичными представителями являются соли.

Процессы образования и изменения

Образование осадочных пород (литогенез) представляет собой совокупность ряда последовательных стадий (рис.9):

1. Выветривание (физическое разрушение, дробление пород и последующее химическое разложение до состояния глин), которое приводит к разрушению верхней части всей континентальной коры.

2. Перенос преимущественно речными потоками, а также ветром, ледниками, временными водотоками в сторону водных бассейнов. Продукты выветривания при этом продолжают истираться, измельчаться.

3. Отложение или седиментация рыхлых осадков в водных бассейнах с проявлением процессов дифференциации.

Диагенез включает процессы уплотнения осадка, его цементацию и дегидратацию (удаление воды) вследствие постепенного погружения на большие глубины, увеличения лито- и гидростатической нагрузки, а также повышения температур (до 200-300 °С) за счёт геотермического градиента. Вследствие диагенеза рыхлый, мокрый песок превращается в сцементированный песчаник, глина – в алевролит, галечник – в конгломерат и т.д.

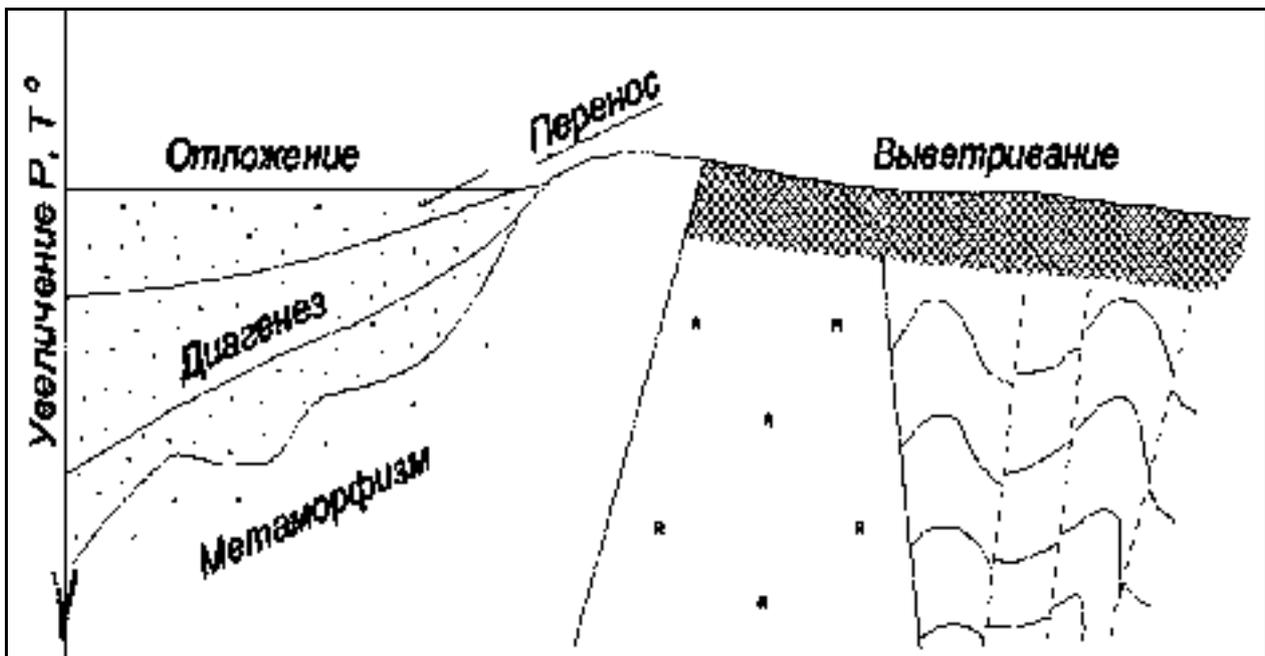


Рис. 9. Соотношение этапов образования и существования осадочных горных пород

Вся упомянутая выше совокупность рыхлых продуктов, вынесенных с территории суши, называется терригенными (рождёнными на континентах, в дословном понимании) породами. Нередко образуются смешанные продукты, когда с терригенными осадками смешиваются с останками органики. Тогда имеем дело с известковистыми песчаниками, глинистыми известняками и т. д. В случае смешивания терригенных осадков с продуктами вулканизма получаем туфогенные песчаники, песчанистые туфы и т. д. Следует отметить, что прилагательное в названии породы относится к тому компоненту, который содержится в меньшем количестве. И, наоборот, существительным обозначается та часть, которая доминирует в породе. Для случаев, когда оба компонента содержатся в примерно одинаковых соотношениях, названия пород обозначаются специальными терминами. Туффитом, например, называют породу, в которой примерно одинаковое соотношение туфового и песчанистого материала. В аналогичном случае для терригенно-карбонатных пород используется термин мергель.

Классификация осадочных горных пород

Общепризнанных классификаций осадочных горных пород нет, что связано, прежде всего, с разнообразием процессов и факторов, контролирующих образование осадков. В нашей стране распространением пользуется классификация осадочных пород, предложенная в 1958 г. М. С. Шевцовым, в основу, которой положено с одной стороны их происхождение, а с другой – их химический и минеральный состав. Подобная классификация осадочных пород по Г. А. Кейльману и В. Б. Болтырову (1985) приведена в виде таблицы 2.

По генетическим признакам среди осадочных горных пород выделяют три главные группы.

Терригенные (обломочные) породы, образуются в результате механического разрушения ранее существовавших горных пород, и накопления обломочного материала. Сюда относят большую группу песчаников, гравелитов, конгломератов, а также их не сцементированные и не окатанные разновидности: пески, гравий, дресву, галечник и щебень. В эту же группу можно отнести глинистые породы, являющиеся продуктом преимущественно химического разрушения пород, а также переотложения глинистых минералов, освободившихся при выветривании глинистых толщ и тончайшего дробления химически стойких минералов.

Органогенные породы, которые образуются в результате жизнедеятельности организмов (коралловые постройки) и их отмирания (кости рыб, зубы акул и т. д.). В отдельную группу могут выделяться каустобиолиты, образующиеся из растительных и животных (планктон) останков, преобразованных под влиянием биохимических, химических и других геологических факторов и обладающих горючими свойствами. Сюда относят угли, торф, сапропель и др.

Хемогенные породы, образующиеся при химическом разрушении, растворении минералов материнских пород и последующем выпадении новых минералов в осадок из пересыщенных растворов.

Дальнейшее подразделение в пределах выделяемых генетических групп осадочных пород производится по вещественному и минеральному составу. Терригенные осадочные горные породы по размеру обломков (частиц) подразделяются на грубообломочные (псефиты), песчаные (псаммиты), пылеватые (алевролиты) и глинистые (пелиты). По характеру связи (цементации) обломочного материала они делятся на сцементированные и несцементированные (рыхлые).

При классификации органогенных и хемогенных пород определяющим является их химический состав (табл.2.).

Текстуры, структуры, цвет

Текстура – это общий рисунок породы, черты ее строения, определяемые способом заполнения пространства, характером сочетания между собой элементарных частиц (минералов, зерен, обломков). Текстура породы формируется с этапа накопления осадка. Возникшие в процессе осадконакопления первичные текстуры отражают состояние среды в момент накопления осадочного материала и результаты её взаимодействия с осадком. Вторичные текстуры возникают в уже сформировавшейся породе при процессах диагенеза и гипергенеза.

Структура осадочной породы – это особенности её строения, которые определяются размером, формой, степенью однородности составных частей, а также количеством, размером и степенью сохранности органических

остатков. Элементы структуры породы формируются на протяжении всех этапов образования и жизни породы. Напомним, что для магматических пород важным диагностическим признаком был размер зерен, поэтому структуры назывались, например, крупно- или мелкозернистыми. Для метаморфических пород понятие структуры обуславливал другой важный диагностический признак – форма зерна (например, лепидо- или гранобластовая).

Важнейшим признаком, характеризующим строение осадочных пород, является их **слоистая текстура**. Образование слоистости связано с условиями накопления осадков. Любые перемены этих условий вызывают либо изменение отлагающегося материала, либо обстановку в его поступлении, что внешне выражается в появлении слоёв.

Слои представляют собой более или менее плоские тела, горизонтальные размеры которых во много раз больше их толщины (мощности), и отделяющиеся друг от друга поверхностями напластования. Слоистая текстура обусловлена чередованием слоёв нескольких разновидностей осадочных пород и может быть вызвана резким изменением размера обломочных частиц и вещественного состава пород, либо ориентировкой осадочного материала.

Для осадочных пород характерна также **пористая** текстура, характеризующая степень её проницаемости. По степени пористости выделяются следующие породы:

— **микropористые**, в которых пористость незаметна на глаз, но устанавливается специальными методами;

— **мелкопористые**, в которых можно различить мелкие частые поры;

— **крупнопористые** – с колебанием размера пор в пределах от 0,5 до 2,5 мм;

— **кавернозные** – имеют крупные поры (каверны) на месте выщелоченных раковин и остатков других организмов, а также отдельных частей горной породы.

Для однородных, преимущественно зернистых хомогенных и органогенных пород, характерны **массивные** текстуры.

Все несцементированные осадочные горные породы имеют **рыхлую** текстуру.

Структура осадочных пород отражает их происхождение. Структуры осадочных пород определяются, главным образом, размером и отчасти формой слагающих их частиц. По величине обломков для терригенных горных пород выделяются следующие структуры:

- **галечная** (окатанные обломки) – размер обломков – 10-100 мм;

- **щебеночная** (остроугольные обломки) – 10-100 мм;

- **гравийная** (окатанные обломки) – 1-10 мм;

- **дресвяная** (остроугольные обломки) – 1-10 мм;

- **псаммитовая** – 0,1-1 мм;

- **алевролитовая** – 0,01-0,1 мм;

- **пелитовая** – < 0,01 мм;

Таблица 2.

Классификация осадочных горных пород

Т Е Р Р И Г Е Н Н Ы Е породы				
Рыхлые, нецементированные			Цементированные	Размер, мм
псефиты	неокатанные	окатанные	Конгломераты Гравелит	> 10
	Глыбы, щебень Дресва	Валуны, галечники Гравий		1-10
псаммиты	Песок		Песчаник	0,1-1
			песчаник мелкозернистый песчаник среднезернистый песчаник крупнозернистый	0,1-0,25 0,25-0,5 0,5-1,0
пелиты	Алевриты		Алевролиты	0,01-0,1
	Глины		Аргиллиты	<0,01
О Р Г А Н О Г Е Н Н Ы Е породы				
Название			Химический состав	
Известняки, мел Доломит Опоки, трепела Сапропеллиты, торф, угли			Ca CO ₃ Ca, Mg (CO ₃) ₂ Si O ₂ · n H ₂ O Органические соединения углерода	
Х Е М О Г Е Н Н Ы Е п о р о д ы				
Название			Химический состав	
Соли галоидные:	галит	Na Cl		
	сильвин	K Cl		
Соли сернокислые:	гипс	Ca SO ₄ · 2 H ₂ O		
	ангидрит	Ca SO ₄		
Соли фосфатные:	апатит	Ca ₃ (PO ₄) ₃		
Бурые железняки	лимонит	Fe O · n H ₂ O, Fe (OH) ₂		
	гематит	Fe ₂ O ₃		
Бокситы		Al ₂ O ₃ · n H ₂ O, Al (OH) ₃ Al O (OH)		

Для хемогенных пород (известняки, доломит, гипс) характерна кристаллически-зернистая структура. В зависимости от размера слагающих породу зерен выделяют крупнозернистую (преобладают зерна величиной 1,0- 0,5 мм), среднезернистую (0,5-0,25 мм), мелкозернистую (0,25-0,1 мм), иногда выделяют разнозернистую, когда порода плохо отсортирована.

Оолитовая структура наблюдается в случаях, когда в породе в массовых количествах присутствуют мелкие шаровидные стяжения (оолиты) различного размера (боксит, оолитовый известняк).

Структуры пород, в составе которых большое участие принимают остатки организмов (свыше 20-30 % объема породы), определяются степенью сохранности этих останков и их количеством. Выделяются следующие структуры: **биоморфная** – в случае хорошей сохранности скелетных остатков организмов; **детритовая** – порода почти полностью состоит из скелетных обломков размером крупнее 0,1 мм.

Осадочные породы имеют самую разнообразную окраску и оттенки. При этом иногда окраска является признаком, характерным для определения этих пород и зависит от: 1) – окраски минералов, слагающих пород, 2) – окраски рассеянных в породе примесей и цемента и 3) – цвета тончайшей корочки, часто обволакивающей зерна составляющих породу минералов. Белый и светло-серый цвета обычно обусловлены окраской главных минералов осадочных пород (кварца, каолинита, кальцита, доломита и др.) и свидетельствует до некоторой степени о чистоте породы. Темно-серый и черный цвета чаще всего появляются в результате примеси углеродистого вещества и, реже, оксидов и гидроксидов марганца. Красный и розовый цвета связаны с примесью в породе оксидов железа, а зеленый цвет зависит от примеси закисного железа и присутствия минералов с зеленой окраской – чаще глауконита, реже хлорита и малахита.

Основные разновидности осадочных пород

Терригенные породы

Грубообломочные породы (псефиты) в зависимости от размера и формы обломков подразделяются на:

- глыбы и валуны, имеющие соответственно угловатые и окатанные обломки размером свыше 100 мм в поперечнике;
- щебень и галечник – угловатые и окатанные обломки размером от 100 до 10 мм в поперечнике;
- дресву и гравий – угловатые и окатанные обломки размером от 10 до 1 мм в поперечнике.

Окатанность материала свидетельствует о длительности времени и дальнем пути переноса обломков от места разрушения породы до места аккумуляции, не окатанные обломки – о кратковременности и незначительных расстояниях переноса.

Цементированные породы, состоящие из окатанных, округленных обломков, размеры которых превышают 10 мм – называются **конгломераты**; соответственно порода, состоящая из не окатанных, угловатых обломков крупнее 10 мм, называется **брекчией**. Гальки в конгломератах состоят из магматических, метаморфических и осадочных пород, цементом служит

песчано-глинистый, известково-глинистый, карбонатный, кремнистый или иной материал. Возможно выделение олигомиктовых конгломератов, характеризующихся существенно кварцевым составом галек (белый жильный кварц, кварциты) и полимиктовых конгломератов, где гальки имеют разнообразный состав. Брекчии обычно обладают однообразным составом обломков и цементирующего материала.

Гравелиты слагаются обломками различных пород и, реже, минералов с преобладающим размером обломков 1-10 мм. Цемент – карбонатный, карбонатно-глинистый или песчано-глинистый.

Практическое применение грубообломочные породы находят в дорожном строительстве, при отсыпке железнодорожного балласта и изготовлении бетона, иногда используются в строительстве как декоративный материал (некоторые разновидности брекчий и конгломератов). Иногда грубообломочные породы содержат ценные полезные ископаемые (золото, уран и др.).

Песчаные породы (псаммиты) состоят из зерен, размеры которых составляют 0,1-1 мм, и представлены **песками** и **песчаниками**. Первые сложены несцементированными скоплениями обломков, вторые – сцементированные обломками той же величины. В зависимости от размера обломков выделяются крупнозернистые (0,5-1 мм), среднезернистые (0,25-0,5 мм) и мелкозернистые (0,1-0,25 мм) пески и песчаники. В породах существенно преобладает кварц, далее идут полевые шпаты, слюды, халцедон, глауконит, а также глинистые минералы. Цементирующая часть песчаных пород чаще всего представлена глинистым материалом и кальцитом, реже – доломитом, опалом, оксидами железа.

Мономинеральные песчаные породы состоят в основном из кварца, полимиктовые пески и песчаники состоят из зерен различных минералов (кварца, полевых шпатов, слюды).

Пески и песчаники имеют широкое применение для получения кирпича и бетона, а также в дорожном строительстве. Кварцевые пески и песчаники служат сырьем для получения динаса, оконного стекла, в литейном и керамическом производстве.

Пылеватые породы (алевриты) состоят из зерен, имеющих размер 0,1-0,01 мм. Рыхлые скопления таких обломков называются **алевритами**, а сцементированные – **алевролитами**. Минеральный состав обломочной части примерно такой же, как и в песчаных породах, но здесь выше доля устойчивых минералов – кварца, мусковита, халцедона. Характерными компонентами их являются частицы глинистых минералов и хлорит. Цементами алевролитов служат кремнисто-глинистая, хлорит-глинистая масса, карбонаты и гидроксиды железа.

Наиболее характерным представителем является лесс.

Лесс – светлая палево-желтая легкая однородная порода, обычно слабо сцементированная, состоящая, главным образом, из частиц кварца и, меньше, полевых шпатов с примесью глинистых частиц и карбонатов. Наличие

последних легко обнаруживается с помощью соляной кислоты, от которой лесс «вскипает».

Алевролит – сцементированная порода различной окраски, алевролитовой структуры, часто имеет тонкослоистую текстуру с горизонтальной или кривой слоистостью. Окраска породы определяется преимущественно окраской цементирующего материала (глинистыми минералами). Характерной особенностью алевролитов является шероховатость пород в изломе, что определяется размером (0,1-0,01 мм) обломочных зерен.

Глинистые породы состоят из мельчайших (< 0,01 мм) кристаллических и аморфных частиц различных глинистых минералов, в меньшей степени, из зерен хлоритов, оксидов и гидроксидов алюминия, глауконита, опала, кварца и других минералов – продуктов химического разложения горных пород в поверхностных условиях. Образование глинистых пород происходит в результате химических процессов, ведущих к накоплению глинистых минералов, и одновременном переносе мельчайших частиц.

Глины – это легко размокающие породы. В сухом состоянии являются или землистыми, рыхлыми, легко растирающимися в порошок, или плотными крепкими агрегатами с землистым или раковистым изломом, имеющими микропористую текстуру. В состав глин входят различные минералы, поэтому окраска глин разнообразна и зависит как от состава глин, так и от примесей.

Каолинитовые глины или **каолины** имеют преимущественно белый или светло-серый цвет, монтмориллонитовые или **бентониты** – светло-серый или с желтоватым, или с зеленоватым оттенком, гидрослюдистые – от белой до зеленой или пестрой окраски.

Глины являются ценным сырьем для изготовления фарфора, фаянса, огнеупорного кирпича и др.

Аргиллиты – уплотненные в процессе диагенеза глины. Обладают землистым или раковистым изломом. Цвет может быть различным, чаще всего, это серые или темно-серые породы. По минеральному составу это преимущественно гидрослюдистые породы с примесью кварца, полевых шпатов, слюд и др.

Мергели – породы смешанного состава, состоящие из кальцита и на 45-75 % из глинистых частиц. Мергели образуются в морских бассейнах, лагунах и пресноводных озерах при одновременном поступлении глинистого и карбонатного материала. В зависимости от содержания глины различают известковистый аргиллит, мергель и глинистый известняк. По внешнему виду это плотная и однородная порода белого, серого, желтоватого цвета. Вскипает при взаимодействии с соляной кислотой, оставляя желтые пятна за счет концентрации на месте реакции глинистых частиц. Мергели широко применяются в цементной промышленности.

Хемогенные и органогенные породы

Отмеченные продукты настолько часто представляют собой смешанные образования, что их разделение иногда не представляется возможным. Поэтому они рассматриваются под общим названием.

Известняки – наиболее распространенные карбонатные породы. Это обычно мономинеральные породы, состоящие из кальцита. Наиболее типичный признак известняков – интенсивная реакция с соляной кислотой. Цвет их обычно светлый-белый, светло-желтый, светло-серый. Интенсивность окраски определяется присутствием органического вещества. У них обычно *массивная* и *слоистая* текстуры. Структура **биоморфная, детритовая, биогебно-шламовая, зернистая**.

По генетическим признакам выделяют: 1) органогенные известняки, образующиеся из скоплений раковин, их обломков, скелетов кораллов, внутренних слепков, сложенных кальцитом; 2) хемогенные известняки с характерной оолитовой структурой, пористой текстурой, образующиеся за счет реакций осаждения; 3) обломочные известняки, состоящие в основном из обломков известняков или ракушек в различной мере окатанных.

Мел – специфическая карбонатная порода, состоящая из кальцита. Окраска породы белая, иногда с сероватым или буроватым оттенком. Мел непрочен, легко поддается обработке ножом, стеклом, пачкает руки, высоко порист (до 40-50 %). Порода интенсивно «вскипает» при взаимодействии с соляной кислотой. Основная составная часть породы – органические остатки (раковинки фораминифер, остатки известковых водорослей). Структура мела **пелитоморфная**.

Доломиты внешне сходны с известняками, но основной составной частью их является минерал доломит. Окраска доломитов преимущественно светлая, серая, кремовая, зеленовато-серая. Структура **мелко- и тонкозернистая**, текстура **массивная** и слабо выраженная **слоистая**.

Карбонатные породы широко используются в различных отраслях промышленности: для производства цемента, в виде флюса при выплавке металлов, для известкования кислых почв и др.

Опоки – твердые породы белого, серого до черного цвета, часто обладающие раковистым изломом. Состоят из мельчайших округлых стяжений (глобулей) опала. Окраска пород в целом более темная, чем у трепелов – от серой до темно-серой и черной.

Трепелы – породы, состоящие из мельчайших зернышек опала, скрепленных опаловым цементом. Трепел может быть рыхлым, компактным, плотным и пористым. Цвет от белого, сероватого до желтовато-серого.

Опоки и трепелы – кремнистые породы, в значительной части состоят из опала $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ и халцедона SiO_2 . Содержание этих минералов в породах составляет от 50 до 98 %.

Кремнистые породы применяются как теплоизоляционные, строительные и фильтрационные материалы, как наполнители, катализаторы, адсорбенты.

Каустобиолиты образуются из остатков растительных или животных организмов, преобразованных под влиянием различных геологических факторов и способных гореть на воздухе.

Торф представляет собой скопление относительно малоизмененных останков растительных тканей, образующихся в условиях болот. Это более или менее рыхлая бурая или черная гумусовая масса, содержащая в большем или меньшем количестве видимые останки растительности (листья, стебли, корни, древесину, мох), высушенный торф обычно рыхлый, легкий.

Каменные уголь – порода черного цвета, хрупкая, пачкающая руки. Излом раковистый. Образуется, в частности, при преобразовании торфа в результате химического процесса его изменения (углефикации). Большинство углей обладает хорошо выраженной слоистостью. В зависимости от степени преобразования в них могут сохраняться следы растительных тканей, либо они могут состоять из однородной, практически бесструктурной матовой массы.

Каустобиолиты широко используются как промышленное топливо, а также в качестве сырья для химической промышленности.

Соли галлоидные. Каменная соль. Главная составная часть ее – **галит** (NaCl). Окраска породы светло-серая, белая, но иногда может быть красной, черной или синей. Структура породы **кристаллически-зернистая**, текстура **массивная** или **слоистая**. Характерный диагностический признак – соленый вкус.

Каменная соль используется в пищевой промышленности для сохранения скоропортящихся продуктов и как приправа к пище. Взрослый человек в течение года потребляет 6 кг соли.

Калийная соль (сильвинит) – наиболее распространенная калийная соляная порода. Состоит из **сильвина** (KCl), обычно с существенной примесью карналлита (KCl, MgCl₂ · 6H₂O) и галита. По характеру окраски выделяются красные и пестрые сильвиниты. Текстура их **слоистая, массивная**, структура **разнозернистая** с преобладанием **мелко-** и **среднезернистой**.

Основным потребителем калийных солей является сельское хозяйство, где калий применяется для удобрения почвы. Остальное количество калийных солей потребляется химической промышленностью, выпускающей несколько продуктов, в которых основной составной частью является калий.

Соли сернокислые. Гипс – мономинеральная порода, состоит из минерала гипса. Окраска породы светлая: белая, кремовая, реже серая или бурая. Структура **мелко-** и **среднезернистая**, текстура **массивная**, реже **слоистая**. Порода невысокой твердости, царапается ногтем.

Ангидрит имеет также светлый, голубовато-серый, серый, белый цвета. Плотность его выше, чем у гипса, поэтому по удельному весу он легко отличается от последнего. Отчетливо фиксируется различие по твердости (породы ногтем не царапается). Структура ангидрита **средне-** и **мелкозернистая**, текстура **массивная** и **слоистая**.

Гипсы и ангидриты используются в строительстве для приготовления вяжущих материалов – алебастра, формовочного гипса и др., а также в производстве серной кислоты, бумаги, в медицине.

Соли фосфатные. Фосфориты – довольно распространенная порода, образование которой связано с гибелью, разложением и химической переработкой останков морских организмов. Это осадочные горные породы более чем на 50 % состоящие из фосфатов кальция. Окраска фосфоритов обычно темная, серая, черная, коричнево-серая и зеленовато-серая определяется, главным образом, присутствием органического вещества, сульфидов железа и глауконита. Встречаются и светлоокрашенные разновидности.

Фосфориты являются сырьем для производства фосфорных удобрений для сельского хозяйства.

Бурые железняки. Образование железистых и марганцевых пород, содержащих минералы железа и марганца (оксиды, гидроксиды и карбонаты) и являющихся рудами, связывается обычно с выветриванием богатых этими минералами горных пород. Из них в процессе диагенеза возникают морские, озерные, болотные и другие руды.

Бурые железняки обладают бурой окраской различных оттенков до черной и сравнительно большой плотностью. Характерна *оолитовая, землистая, конкреционная, натечная* структура, *пористая* текстура. В составе бурых железняков преобладают минералы – оксиды и гидроксиды железа: гетит, гидрогетит, лимонит, гематит.

Глауконитовые песчаники – глауконит-железистая разновидность гидрослюды характерного ярко-зеленого цвета, является аутигенным минералом морских бассейнов нормальной солености. Для глауконита характерно образование округлых комочков размером 0,2-0,4 мм. Песчаники, содержащие округлые зерна глауконита, называют глауконитовыми. Структура породы *псаммитовая*, текстура слабо выраженная *слоистая*.

Бокситы состоят преимущественно из минералов - гидроксидов алюминия: гидраргиллита, диаспора и бемита, а также постоянной примеси гидроксидов железа. Цвет бокситов буровато-красный, кирпично-красный, охряно-желтый, серый. Встречаются в виде землистых или оолитовых масс.

Бокситы – основная руда для получения алюминия, кроме того, используются для получения огнеупоров, абразивов и в качестве химического сырья.

Вулканические туфы, генетически связаны с магматическими процессами, по условиям образования и внешнему облику относятся к осадочным горным породам. Продукты вулканических извержений, выброшенные в атмосферу, падают на землю и становятся обычными обломками. Этот материал в процессе диагенеза превращается в горные породы – туфы. Текстуры туфов слабо выраженные *слоистые, пористые*. Структура определяется размерностью обломочного материала. Состав туфов – обломки вулканических пород, минералов, вулканического стекла.

3. ОПИСАНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ МАРШРУТОВ

Ниже приведено описание ряда геологических маршрутов в окрестностях г. Екатеринбурга, представляющих наибольший интерес для студентов специальности «Защита в чрезвычайных ситуациях». Большинство из них расположены в пределах городской черты, и лишь некоторые – за ее пределами. Участки характеризуются разнообразием геологического строения, а также опасными потенциальными угрозами. За отведенное для практики время предполагается проведение пяти-шести экскурсий.

3.1. По Уктусскому массиву

Нечасто встречаются геологические массивы, в развитии и преобразовании которых принимают участие различные эндогенные и экзогенные процессы.

Наиболее интересными из таких является *Уктусский дунит-клинопироксенит-габбровый массив*, который расположен на южной окраине Екатеринбурга и слагает денудационную возвышенность с относительным превышением около 60 м над уровнем р. Исеть. Массив площадью около 50 км² имеет в плане овальную форму, слегка вытянут в меридиональном направлении и залегает среди вулканогенно-осадочных толщ предположительно силурийского возраста.

Массив слагают интрузивные породы – пироксениты, дуниты и габбро. Дуниты образуют три обособленных тела – южное, центральное и северное. Габбро отделены от дунитов полем пироксенитов и слагают восточную часть массива (рис. 10).

В пределах описываемого участка проявляются также многочисленные экзогенные процессы и их продукты. Особенностью строения данного участка является широкое проявление процессов речной деятельности с развитием разных типов террас.

Описание маршрута

Маршрут начинается в пос. Уктус, на правом берегу р. Исети, в устьевой части р. Патрушихи, у каменного моста, сложенного из бутового камня, памятника архитектуры начала XIX в. (троллейбусная остановка «Уктус»).

Поселок Уктус был основан вокруг казенного железодельного завода (одновременно с Алапаевским, Каменским и др.) в 1704 г., когда для войны со шведами Петру I потребовалось большое количество металла для пушек.

Т.Н. I. В 500 м выше каменного моста сохранились остатки плотины пруда Уктусского завода. Место для пруда было выбрано весьма удачно. Здесь река имеет широкую (300-400 м) корытообразную долину с крутым скальным правым берегом и террасированным высоким левым берегом, где разместились

цеха завода (ныне лифтостроительный) и основные гражданские постройки поселка Уктус.

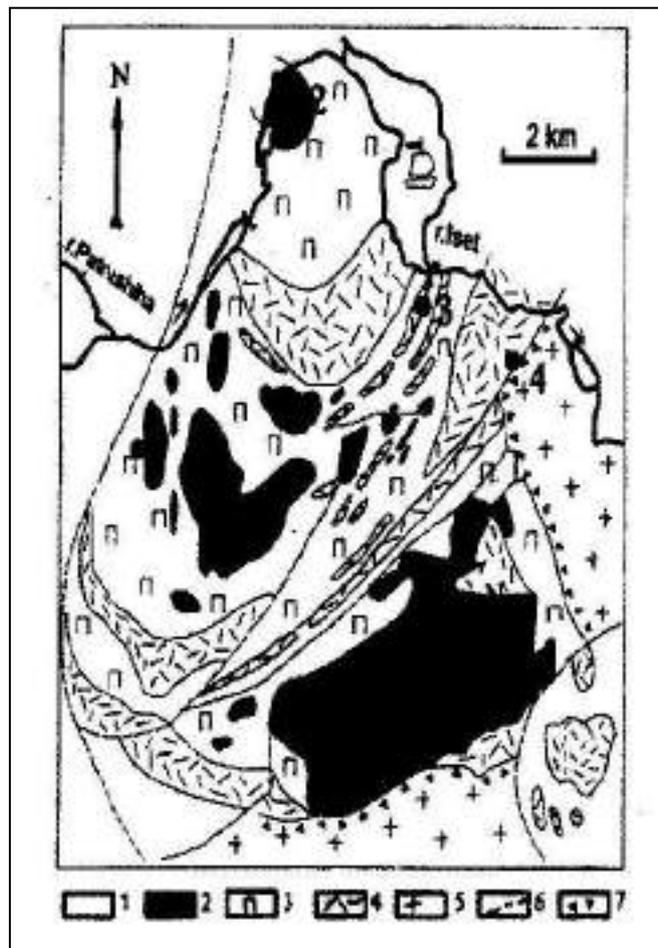


Рис. 10. Схема геологического строения Уктусского дунит клинопироксенит-габбрового массива.

1 – вмещающие вулканогенно-осадочные и метаморфические породы палеозоя; 2 – дуниты; 3 – клинопироксениты и верлиты; 4 – оливинные и амфибол-пироксеновые габброиды; 5 – гранитоиды; 6 – тектонические нарушения; 7 – зоны развития эруптивных гипербазит-гранитных брекчий

Скальные выходы сложены породами черного, темно-зеленого цвета средне- и крупнозернистой структуры, массивной текстуры, по составу представлены слабо серпентинизированными пироксенитами и перидотитами.

В настоящее время, когда воды пруда спущены, хорошо просматривается строение русла, которое можно описать. Можно также построить поперечный профиль р. Патрушихи в районе развилки автомобильных дорог.

Т.Н. 2. На данном участке русло реки делает меандрирующий (извивающийся) изгиб, обусловленный зонами дробления и выветривания в тектонических нарушениях. С этой точки хорошо видны надпойменные террасы левого берега, представленные эрозионно-аккумулятивным типом, верхний плодородный слой которых жители используют под огороды.

В пойменной части отчетливо выделяются пойменные и старичные отложения. На берегу реки можно видеть отложения русловой отмели и береговой вал. Экскурсанты составляют поперечный профиль реки.

Следует обратить внимание, что профиль реки асимметричный: левый борт пологий, а правый крутой. В случае аварийного спуска воды из Елизаветинского пруда могут пострадать строения, находящиеся в пойме реки на левом берегу. Поэтому строить объекты на левом берегу не рекомендуется.

Т.Н. 3. Карьер по разработке дунитов, которые в 50-е гг. XX столетия добывали в качестве сырья для получения магнезиальных огнеупоров. Размеры 60x30 м, борта отвесные, высота до 12 м. Выработкой вскрываются дуниты черного цвета с зеленоватым оттенком, массивные, мелко- и среднезернистые. С поверхности породы выветрелые, из-за чего их цвет становится светло-коричневым. Толщина корки выветривания 1-2 см. Окраска корочки выветривания обусловлена наличием глинистого минерала – керолита и гидрокарбоната магния. Дуниты разбиты густой сетью тектонических трещин.

По плоскостям некоторых трещин развита серпентинизация с образованием корок толщиной до 0,5 см. Серпентин светло-желто-зеленый. На плоскостях трещин видны борозды скольжения и уступчики, по которым участники экскурсии могут определить направление перемещения блоков.

На этой точке наблюдения можно сделать зарисовки одной из стенок карьера и произвести массовый замер для последующего построения диаграммы трещиноватости. Студентам напоминают устройство горного компаса, учат пользоваться им при определении элементов залегания пород и трещин.

По ходу движения к следующей точке наблюдения маршрут проходит у подножия техногенного отвала, образованного при строительстве трассы большого лыжного трамплина, и вдоль старицы р. Патрушихи. Здесь внимание участников экскурсии акцентируется на гравитационной дифференциации техногенного делювия (от лат. Deluer – смывать).

Т.Н. 4. Карьер размером 35x45 м с высотой бортов до 15 м. Карьером вскрыты те же дуниты, что и в Т.Н. 3. На этой точке наблюдения можно произвести хорошие зарисовки обнажения и набрать дополнительный материал для статистического измерения трещиноватости. Трещины более пологие и в верхней части имеют куполообразный изгиб. По некоторым плоскостям трещиноватости развивается корочка серпентинитов, что может способствовать перемещению больших блоков при искусственной встряске или при землетрясении. Необходимо обратить внимание студентов на то, что борта карьера в Т.Н. 3 почти вертикальные, а в Т.Н. 4 – не более 30 градусов. Пологие борта обусловлены соответствующей системой трещин. Рекомендуется сделать массовые замеры трещиноватости с последующим обобщением результатов.

Т.Н. 5. Выше по течению р. Патрушиха запружена. Выше плотины расположен Ново-Елизаветинский пруд. Водохранилище, к сожалению, затопило практически полностью старые песчано-глинистые карьеры кирпичного завода. Карьеры вскрывали аллювиальные (от лат. alluvio – нанос) отложения первой и второй надпойменных террас, в которых были найдены кости и бивни мамонтов, шерстистых носорогов и других животных, часть из которых можно видеть в экспозиции Уральского геологического музея. Разрез террасы можно наблюдать в западном борту пруда, у самой плотины. Возле плотины можно видеть небольшое зарастающее озерко, по-видимому, имеющее старичное происхождение. Здесь же можно проследить начальную стадию процесса торфообразования. Сама плотина имеет длину более 100 метров. Ее

восточная часть упирается в плотные магматические породы, а западная – в рыхлые песчано-глинистые отложения, что может быть причиной ее подмыва, если контакт недостаточно надежно закреплен.



Рис.11. Забой во 2-м дунитовом карьере

Т.Н. 6. На крутом склоне реки (Ново-Елизаветинского пруда) небольших размеров коренные выходы перидотитов. Горные породы темного цвета, чаще полосчатые или рассланцованные, реже массивные, мелко- среднезернистые. Пространство между коренными выходами задерновано, но геологическим молотком можно вскрыть растительный слой и докопаться до делювия, представленного остроугольными обломками перидотитов и сцементированных глинистой породой темно-зеленого цвета.

Т.Н. 7. Коренные гребневидные выходы пироксенитов на берегу водоема. Горные породы от черного до темно-зеленого цвета, средне- и крупнозернистые, массивные. В обнажении хорошо наблюдаются тектонические трещины различных направлений, элементы, залегания которых легко измерить.

Отчетливо видно, что пироксениты имеют высокую механическую устойчивость, чего нельзя сказать о перидотитах в предыдущем обнажении, которые образуют значительно сглаженные небольшие выходы.



Рис.12. Ново-Елизаветинский пруд. На противоположном берегу видны выходы пород Камышловской террасы

Т.Н. 8. Двигаясь дальше по тропе вдоль берега пруда до места впадения реки, наблюдаем практически непрерывно коренные скальные выходы, чаще гребневидного характера, пироксенитов, довольно сильно трещиноватых.

Особенностью данного участка горного массива является появление хорошо выраженной трещиноватости уже северо-восточного направления, что проявляется в тектонических ограничениях выходов пород и ориентировке логов и оврагов на склоне массива.

Северо-западное направление тектонических нарушений выражается здесь в спрямленных субпараллельных участках меандрирующей реки и частично в образовании оврагов на склоне.

Т.Н. 9. Маршрут переходит по склону на хребет Уктусского габбро-пироксенит-дунитового массива, по которому прорублена меридиональная просека. Двигаясь на юг по ходу маршрута, встречаем коренные выходы преимущественно пироксенитов. Породы черного, темно-зеленого цвета, массивной текстуры, крупнозернистой структуры, состоят преимущественно из пироксена с небольшим количеством оливина.

Хребтовая часть массива представлена чередованием небольших увалов и понижений. На вершинах этих увалов пироксениты образуют гребневидные выходы с тектоническими ограничениями северо-восточного простирания и углами падения 80-90 °.



Рис. 13. Крупный лог на западном склоне Уктусского массива, сформированный вдоль тектонического нарушения

В понижениях на хребте постоянно наблюдаются родники, которые свидетельствуют о заложении этих понижений на зонах трещиноватости, по которым циркулируют трещинные воды. Можно определить дебит (расход воды) источников, вкусовые качества воды.

Подытоживая маршрут, преподаватель делает акценты на потенциально возможном развитии на участке природных угроз. Сюда относится возможность прорыва плотины Елизаветинского пруда, суффозионных процессов вдоль русла реки с рыхлыми отложениями, подтопления построек на пойме реки, обвалов техногенного делювия с крутых склонов. При знакомстве с зеркалами скольжения преподаватель показывает механизм реализации тектонических движений, которые протекают и в новейшее время.

3.2. Елизаветинское месторождение

Маршрут начинается в пос. Рудном (куда доставит автобус № 17). На юго-западной окраине поселка размещается Елизаветинское месторождение природно-легированных бурых железняков. Месторождение было открыто в 1829 г. и обрабатывалось около 150 лет.

На месторождении рудоносной является кора выветривания в различной степени серпентизированных дунитов.

По генезису кора выветривания остаточная.



По морфологии – площадная, с линейными участками заглубления, развитыми по тектоническим нарушениям, образующими значительное количество глубоких карманов в палеозойском фундаменте.

Общая мощность элювиальных (от лат. *eluo* – вымываю) отложений колеблется от 5 до 80 и более метров, в среднем составляет 30-40 м.

Считают, что древний элювий сформировался в юрско-меловое время и отвечает тропическому или субтропическому, теплomu и влажному климату.

Наиболее полно профиль коры выветривания описан А. Л. Яницким (1965), который приводит его в таком виде (снизу вверх):

1) зона дезинтеграции в различной степени серпентинизированных дунитов;

2) зона выщелачивания, сложенная карбонатизированными, слабо нонтронитизированными дунитами и аподунитовыми серпентинитами (мощность 1-5 и более метров);

3) зона охр представлена охристыми порошковатыми глинистыми рудами и кремнисто-железистыми породами.

Зона дезинтеграции серпентинизированных дунитов. Дуниты, обнажающиеся в основании и по бортам карьера, мелко- или тонкозернистые, плотные. Крепкие, иногда почти свежие или слабо выветрелые дуниты наиболее полно вскрыты в щебеночном карьере в 200 м к западу от основного карьера.

Породы по тектоническим трещинам разбиты на блоки и практически превращены в щебень. По плоскостям трещин нередко можно видеть зеркала скольжения, свидетельствующие о тектонических перемещениях отдельных блоков.

В южном борту карьера можно в миниатюре увидеть всю зональность химического выветривания с образованием зон выщелачивания.

Зона выщелачивания. Дуниты и серпентинизированные дуниты, как у поверхности, так и на глубине вдоль зон тектонических нарушений в разной степени подвергались процессам выветривания. Процессы выветривания выразились в разложении и выщелачивании материнских пород, в их карбонатизации, частичной нонтронитизации и керолитизации. Породы в большей части сохраняют основные черты первичной структуры материнских пород, в некоторых случаях эти породы могут переходить в кавернозно-пористые образования различной крепости.

Под влиянием процессов выветривания породы принимают зеленовато-серую или серовато-белую окраску, иногда с бурыми, желтыми или черными пятнами. Эта пестроцветная окраска обусловлена скоплениями различных минеральных агрегатов: магнезита, кальцита, нонтронита, керолита, минералов марганца и др.

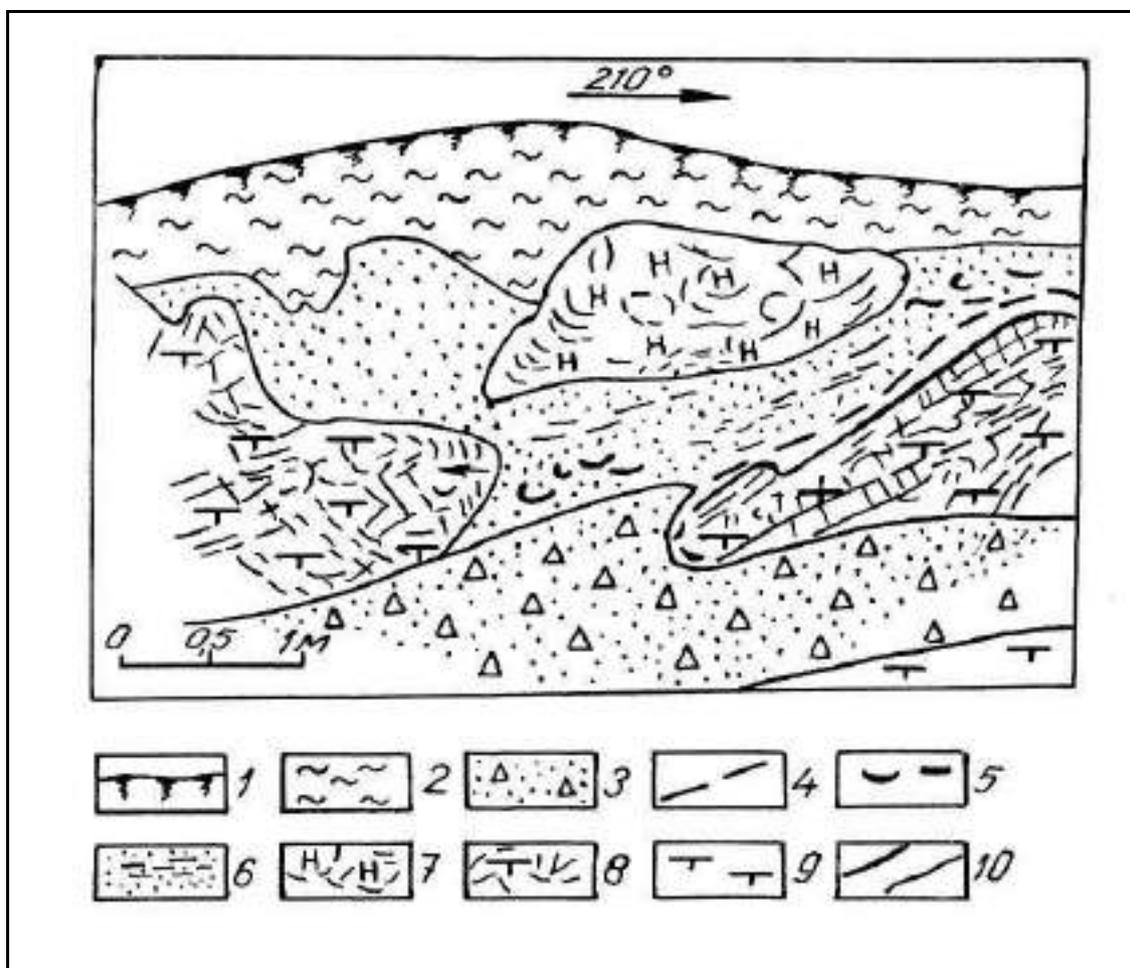


Рис.14. Карман коры выветривания серпентинизированных дунитов в борту щебеночного карьера (Елизаветинское месторождение).

Условные обозначения: 1 – почвенно-растительный слой; 2 – глины, суглинки; 3 – осыпь; 4 – скопления магнезита; 5 – жеоды бурых железняков; 6 – охристые бурые железняки;

7 – нонтронитизированные серпентиниты; 8 – зона дезинтеграции дунитов;

9 – дуниты с корочкой выветривания; 10 – геологические границы.

Тектонические трещины (сместители, разломы), многочисленные трещины отдельности, а также микропоры и пустоты, образовавшиеся вследствие выветривания и выщелачивания эндогенных минералов, выполнены преимущественно магнезитом, местами кальцитом, доломитом или керолитом, кварцем, опалом с образованием их гнезд и прожилков. Мощность некоторых прожилков магнезита достигает 2-3 см и более.

Рыхлые, землистые выветрелых дунитов представляют собой породы, подвергшиеся более глубокому изменению. Они не только дезинтегрированы механически, но и разложены и преобразованы химически. Они находятся в таком состоянии, что при слабом ударе рассыпаются на мелкий щебень или сыпучую землистую массу зеленовато-серого или грязно-серого цвета. На некоторых участках поверхность щебня покрыта многочисленными мельчайшими черными дендритами марганцевых минералов, а иногда пленками карбонатов, на которых также наблюдаются ветвистые дендриты марганцевых образований.

Зона охр залегает в верхней части разреза и представлена рыхлой буровато-желтой или лимонно-желтой слабо сцементированной массой, состоящей из порошковатых и комковатых образований гетита, гидрогетита, гематита, магнетита, и марганцевых минералов. Охристые порошковатые руды заполняют также имеющиеся на поверхности карманообразные и воронкообразные углубления, развитые вдоль зон тектонических нарушений и уходящие на глубину на многие метры.

Такие взаимоотношения руд с подстилающими породами можно наблюдать в основном карьере. Среди охристых руд в железорудном карьере можно наблюдать останцовые глыбы и куски выветрелых карбонатизированных дунитов и серпентинитов, выделяющихся на буром фоне серовато-зеленой окраской. Здесь же отмечаются отдельные глыбы и куски кремнисто-железистых пород желтовато-бурого или бурого цвета.

Описываемые породы относятся к природно-легированным хромоникелевым железным рудам.

В ряде мест кремнисто-железистые породы слагают значительные участки. В некоторых обнажениях они образуют скальные выступы, положительные формы рельефа, что объясняется их сравнительно высокой прочностью. В карьере студенты могут познакомиться с различными формами выветривания: физического, химического, органического.

Здесь видно как разные продукты выветривания влияют на величину естественных откосов. Уменьшение механической прочности первичных ультраосновных пород приводит к уменьшению угла откоса искусственных выработок (карьера). Рыхлые породы в результате воздействия на них талой воды очень быстро оплывают. Здесь же в карьере можно проследить процессы естественной рекультивации земель.

3.3. Шабровское рудное поле

Шабровский рудный район расположен в 25 км к юго-западу от г. Екатеринбурга. В пределах Шабровского рудного района (рис.15) развиты месторождения железистых кварцитов, гондитов, родонитов, мраморов, тальк-магнезитового камня, талька, декоративно-облицовочного серпентинита и золота. Все они достаточно тесно сопряжены в пространстве, часто приурочиваются к одним и тем же тектоническим структурам – шовным зонам.

Шабровское рудное поле приурочено к полосе метаморфических пород, образующих крупную Шабровскую моноклираль с крутопадающими крыльями и разделяющих Сысертский и Шабровский массивы гранодиоритов – гранитов (рис. 15).

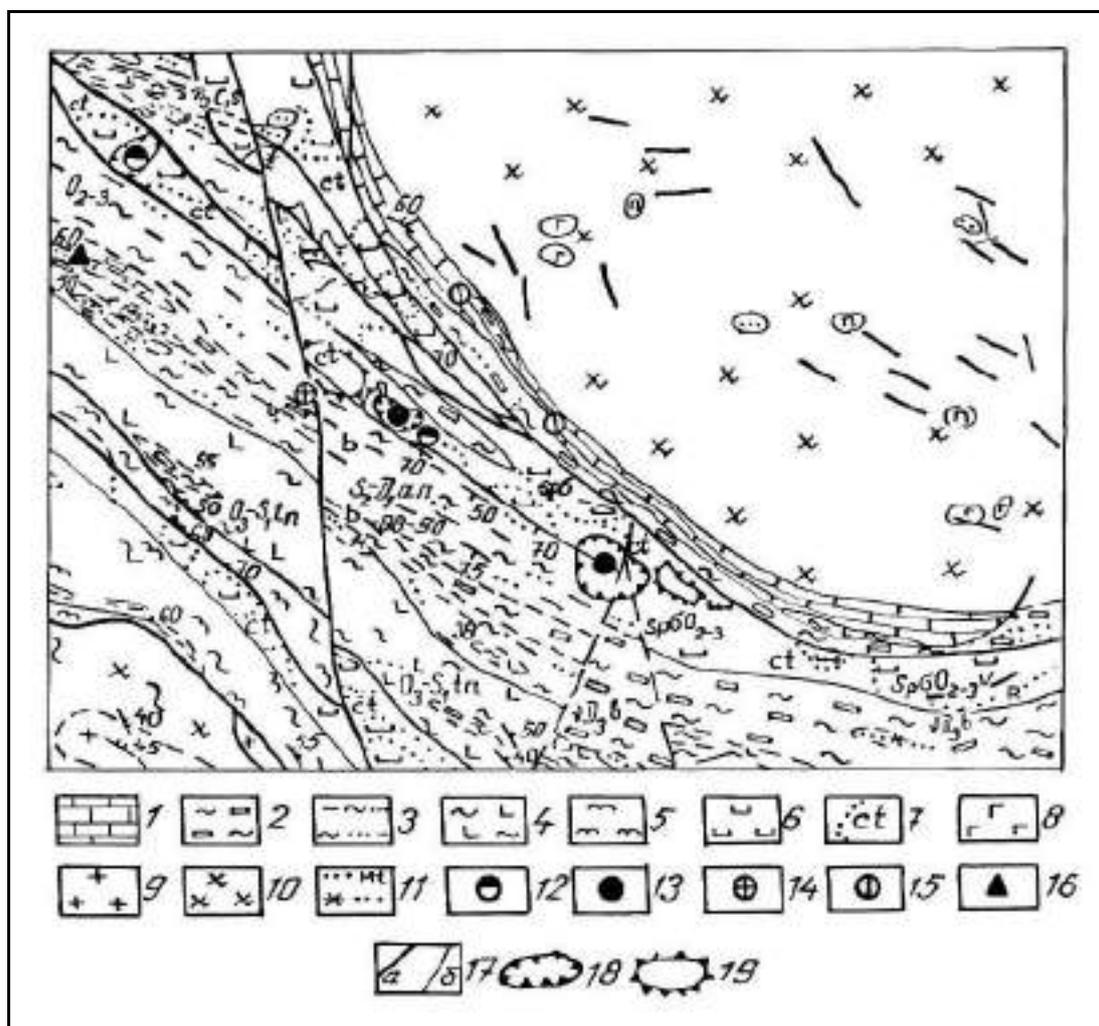


Рис. 15. Геологическое строение Шабровского рудного поля:
 1 – мраморы; 2 – сланцы преимущественно углисто-графит-кварцевые;
 3 – серицит-кварцевые, филлитовидные сланцы; 4 – зеленые сланцы по афировым базальтам; 5 – кристаллические сланцы; 6 – серпентиниты; 7 – тальк-карбонатные породы; 8 – габбро; 9 – граниты; 10 – гранодиориты; 11 – кварциты магнетит- и марганецсодержащие; 12 – 16 месторождения: 12 – антигоритовых змеевиков, 13 – тальк-магнезитового камня, 14 – золота, 15 – мрамора, 16 – железистых кварцитов; 17 границы разломов (а), стратиграфические (б); 18 – карьеры; 19 – отвалы

Среди метаморфических толщ в Шабровском районе, по последним данным геологосъемочных работ (Г. В. Ярославцев и др., 1995 г.), выделяется четыре свиты (сверху вниз): кунгурковская (D_1kn), андреевская (S_2-D_1an), теньякская (O_3-S_1tn) и сайтовская (R_2st).

Основание разреза слагают высокометаморфизованные породы **сайтовской свиты (R_2st)**: кристаллические сланцы мусковитовые, биотитовые и мусковит-биотитовые, часто с гранатом, частично мигматизированные; амфиболиты, участками биотитизированные, часто с гранатом, частично мигматизированные; прослойки железистых кварцитов, единичные линзы мраморов. Мощность более 1000 м.

Теньякская свита (O_3-S_1tn) представлена преимущественно вулканогенными образованиями основного состава, преобразованными в зеленосланцевой и эпидот-амфиболитовой фациях регионального метаморфизма. Мощность 600-800 м. Породы свиты имеют преимущественно моноклинальное падение на СВ под углом 30-60°. Контакт пород свиты с нижележащими образованиями сайтовской свиты везде тектонический, а с породами вышележащей андреевской свиты согласный.

Андреевская свита (S_2-D_1an) развита в виде широкой полосы и ряда небольших линз в юго-западной части района. В составе свиты преобладают серицит-кварцевые (филлитовидные), хлорит-серицит-кварцевые, альбит-серицит-кварцевые, серицит-биотит-кварцевые и слюдисто-кварцевые сланцы по алевролитам и песчаникам; углисто-графит-кварцевые сланцы; кварциты железистые, магнетитсодержащие, марганецсодержащие и углисто-графитсодержащие. Мощность свиты превышает 1700 м.

Кунгурковская свита (D_1kn) развита в северной части площади и представлена метаморфизованными вулканогенными и вулканогенно-осадочными образованиями. Мощность более 2000 м. Границы свиты, как нижняя, так и верхняя, повсеместно тектонические. На контакте с телами гранитоидов породы свиты ороговикованы.

Среди пород метаморфизованного вулканогенно-осадочного комплекса широко развиты протрузии гипербазитов дунит-гарцбургитовой (альпинотипной) формации, контролируемые зонами глубинных разломов. Возраст протрузий ультрабазитов 401±12 млн. лет (Пушкарев, 1999), габбро, габбро-диабазов D_{2-3} , гранитоидов поздней фазы 312-262 млн. лет (А. А. Машаров, 1990 г.).

Тела ультрабазитов фиксируются в виде линейно вытянутого пояса, согласного с общим простиранием пород района. Все эти массивы по существу представляют собой бескорневые тектонические линзы, залегающие согласно со сланцеватостью вмещающих их метаморфизованных вулканогенных и осадочных пород. Ультрабазиты гидротермально изменены, представлены серпентинитами, тальк-карбонатными и другими породами. На Шабровском тальковом месторождении среди тальк-карбонатных пород встречаются

жильные тела талько-хлоритов и хлоритолитов (мощностью до 0,1-1,0 м). Они характеризуются повышенным (до 5-10 %) содержанием магнетита.

Формирование интрузивных тел Шабровского комплекса (C_1) происходило в три фазы: в первую формировались гранодиориты; во вторую – граниты и адамеллиты; в третью – мелкозернистые граниты, граниты, гранит-порфиры, лейкократовые граниты, пегматиты. Шабровский массив округлой формы занимает площадь 50-55 км². В массиве много ксенолитов, провесов кровли, что свидетельствует о незначительном эрозионном срезе. Вмещающие породы – преимущественно пироксениты и габбро.

Сложен массив среднезернистыми, часто порфировидными, биотитовыми, реже роговообманково-биотитовыми гранодиоритами. Вмещающими массив породами являются: с севера ультрабазиты и габбро Уктусского массива, с запада, юга и востока – сланцы андреевской свиты и частично вулканиты кунгурковской свиты. Мощность массива 2,0 - 2,5 км. Западный контакт массива тектонический.

Осиновский комплекс (C_1) сложнопостроенный, формировался в четыре фазы: 1 – кварцевые диориты, гранодиориты; 2 – мелко- среднезернистые граниты; 3 – дайки лейкократовых гранитов, пегматитов; 4 – дайки порфировидных, мелкозернистых гранитов. В объеме массива резко преобладают граниты второй фазы.

Описание маршрута

Т.Н. 1. Начинается маршрут на Белоусовском месторождении благородных змеевиков, расположенном в 500 м к северу от автобусной остановки (автобус № 105). Карьер по отработке Белоусовского месторождения расположен на небольшой возвышенности в пределах поселка Шабровский. Проходка карьера проводилась с применением буро-взрывных работ, поэтому по причинам безопасности разработка месторождения остановлена.

Карьер вскрывает небольшую часть Большой линзы тальк-карбонатных пород, в зоне преимущественного развития благородных змеевиков. Здесь по художественно-декоративным свойствам выделено три разновидности змеевика - пятнистый, полосчатый и пятнисто-полосчатый.

Тальк-карбонатные породы занимают здесь не менее половины площади месторождения. Форма их залежей чрезвычайно сложная и обусловлена очертаниями пород кровли массива ультрабазитов, с одной стороны, и тел антигоритовых серпентинитов, с другой.

Т.Н. 2. Далее маршрут переходит на Северо-Шабровское месторождение железистых кварцитов, которое находится в районе п. Шабровского к западу от Белоусовского карьера. Месторождение в центральной части пересекается затопленным карьером после отработки Вознесенской золотой россыпи (рис. 16).

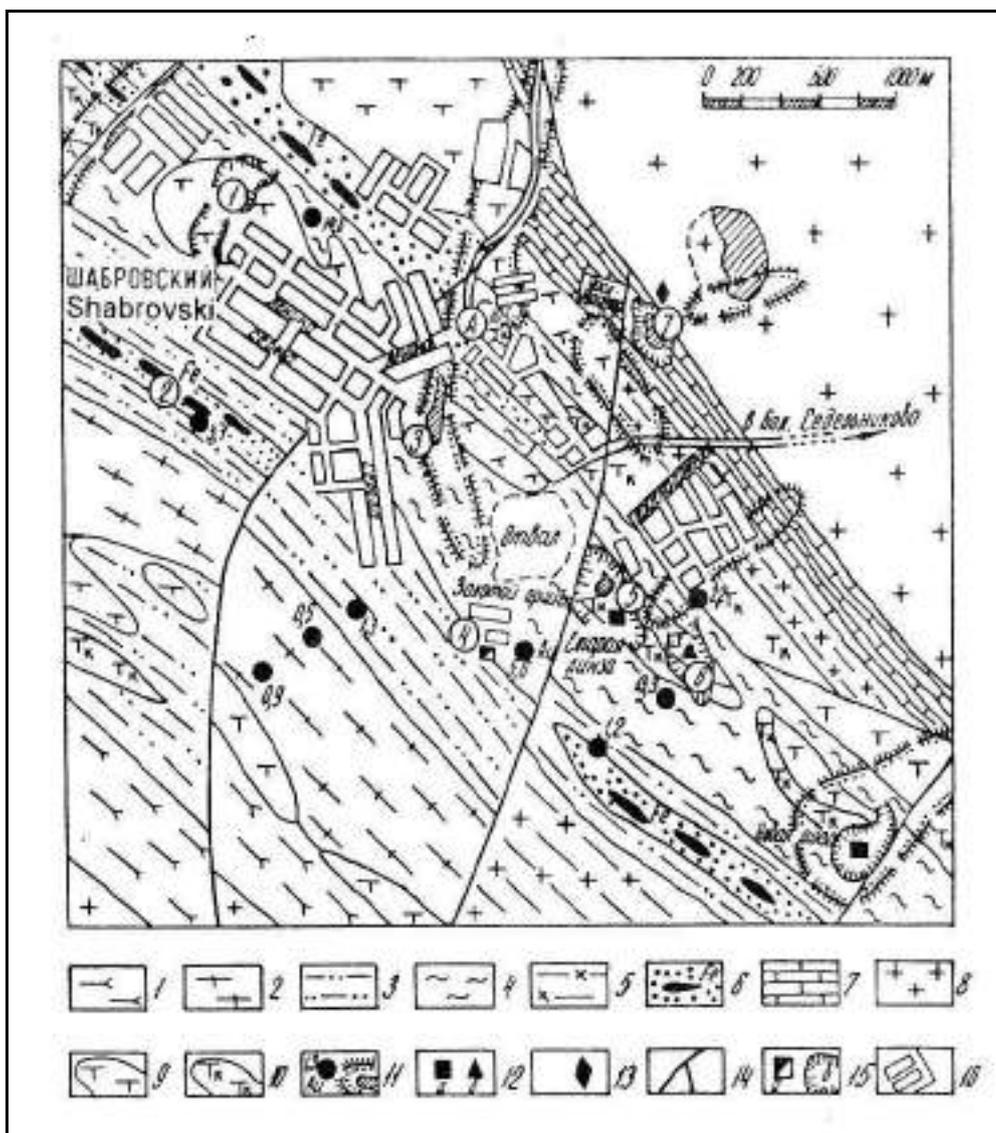


Рис. 16. Схематическая геологическая карта Шабровского рудного поля:
 1 – амфиболиты; 2 – актинолитовые сланцы; 3 – серицито-кварцевые сланцы с карбонатом; 4 – филлиты; 5 – серицит-хлоритовые сланцы; 6 – железистые кварциты; 7 – мраморы; 8 – гранодиориты; 9 – серпентиниты; 10 – тальк-карбонатные породы; 11 – золотопроявления и контуры россыпей; 12 – месторождения талька (а) и змеевиков (б); 13 – месторождения мрамора; 14 – тектонические нарушения; 15 – шахта (а) и контуры карьеров (б); 16 – поселок Шабры

При отработке россыпи старатели породы вскрыши укладывали в узкие отвалы, которые расположены по бортам карьера. Взяв пробы песчано-глинистого материала с днища россыпи в западной сухой части выработки, где раньше размещалась промывальная установка, промываем их здесь же в карьере. Увидеть мелкие знаки золота в ковше – обычное дело.

От Вознесенской россыпи по бетонному тротуару перемещаемся в южном направлении к тальковой обогатительной фабрике, посещение которой можно предусмотреть в программе экскурсии, далее по асфальтовой дороге к карьере тальк-магнезитового камня «Старая линза».

По возрасту выросших на отвалах деревьев студенты могут определить время отработки россыпи, а также наблюдать регуляторы естественной рекультивации открытой горной выработки.

Т.Н. 3. Шабровское месторождение тальк-магнезитового камня известно с 80-х годов 19-го столетия. В этот период оно обрабатывалось кустарным способом, и только возросшие потребности горно-металлургического и цементного производства в огнеупорном сырье в 1927 г положили начало планомерным разведочным работам на месторождении с последующей его механизированной эксплуатацией. Добыча тальк-магнезитового камня производилась карьерным способом со специальной технологией отработки и была прекращена в 1978 г. На момент остановки добычных работ глубина карьера составила чуть более 50 м. Буровыми скважинами месторождение разведано до глубины 200-220 м.

Производство огнеупорных тальк-магнезитовых блоков осуществлялось непосредственно в карьере машинами вертикальной и горизонтальной резки системы А. М. Столярова. Отходы от распиловки шли на получение чистого высококачественного талька, который извлекался здесь же на обогатительной фабрике путем флотации. Подъем на поверхность нарезанных кирпичей осуществлялось с помощью трех лебедочных установок, которые в настоящее время можно видеть на бортах карьера.

Борта карьера очень крутые, а в некоторых участках с высокими вертикальными уступами (стенками), поэтому при подходе к краю этой искусственной выработки со стороны обогатительной фабрики перед исследователем открывается потрясающая панорама – идеальный срез ультраосновного массива со всеми деталями его внутреннего строения (рис. 18).



Рис. 17. Панорама карьера «Старая линза»

Маршрут по Шабровскому карьере «Старая линза» начинается с его общего обзора (рис. 17). При спуске в карьер во вскрышных более пологих бортах выходят вмещающие породы, представленные в основном филлитовыми сланцами с тонкими маломощными прослойками мраморизованных известняков, слюдисто-кварцевых, серицит-хлоритовых и хлоритовых сланцев, с тонкими кварцевыми прожилками и будинками.

При переходе со вскрышных бортов на добычные, хорошо наблюдается северо-восточный контакт между вмещающими сланцами и продуктивным телом гипербазитов, превращенных в тальк-карбонатные породы (рис. 18). Контакт резкий, достаточно ровный с крутым, почти вертикальным падением. Участками фиксируются полости отслоения, в некоторых из них можно наблюдать разгрузку трещинных подземных вод в виде красочных водопадов. Вода пригодная для питья.

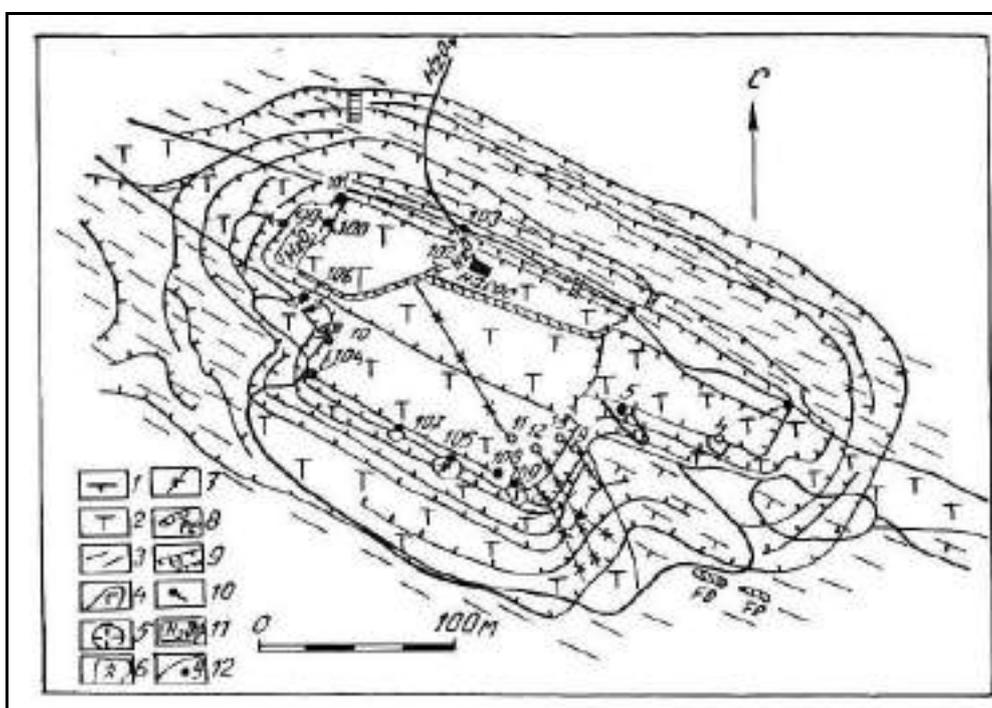


Рис. 18. Геологический план карьера «Старая линза»:

- 1 – серпентиниты; 2 – тальк-карбонатные породы; 3 – филлитовидные сланцы;
 4 – габброиды; 5 – плагиограниты; 6 – листвениты; 7 – хлоритолиты по дайкам основного состава; 8 – железистые кварциты; 9 – контуры бортов карьера и лестницы;
 10 – выходы трещинных вод; 11 – дренажные канавы; 12 – точки наблюдений

Наибольшую площадь вскрытых бортов карьера «Старая линза» (см. рис. 18) занимают тальк-карбонатные породы светло-серого цвета, массивной или сланцевой текстуры. На 40-50 % порода состоит из талька и на 50-60 % из карбоната, представленного магнезит-брейнеритовой разновидностью. Из рудных минералов чаще всего встречается гематит, очень редко встречаются кристаллики магнетита и хромита. Эта порода и являлась объектом добычных работ.

В юго-восточной части юго-западной стенки карьера хорошо «отпрепарированы» две дайки основного состава, секущие массив в субмеридиональном направлении. На дневной поверхности дайки выходов скорей всего не имели и вскрываются только карьером. Габброиды имеют мелкозернистую структуру, массивную текстуру. Окраска темная, серовато-зеленая. Породы метаморфизованные и состоит из вторичного амфибола, полевого шпата, карбоната и эпидота.

В западном борту карьера вскрыто тектоническое нарушение, которое сопровождается мощными излияниями трещинных вод.

Поднявшись на поверхность, на борту карьера можно осмотреть систему лебедочного хозяйства.

При спуске в карьер следует обратить внимание на технику безопасности работы в карьерах. Крутые борта карьера обусловлены крутым падением рудного тела, углы падения в сланцах также составляют 70-90 градусов. По вскрытым тектоническим трещинам и разломам в карьере наблюдается дренирование подземных вод. Следует обратить внимание на то, что спуск по лестнице может осуществляться только небольшими партиями (не более 5 человек на одном прогоне).

Необходимо также обратить внимание студентов на осыпи и оползни на стенках карьера обусловленные просачивающимися подземными водами. Накапливаемые на дне карьера воды поднимаются трубами на дневную поверхность. Вся территория в плане обвалована по бортам карьера для предотвращения прорыва поверхностных вод, а также прохода к обрывистым бортам скота.

Т.Н. 4. Продолжая маршрут, по дороге, выходим на северный борт карьера «Новая линза» (рис. 19), вскрывающим крупное тело тальк-магнезитовых пород. Перед нами разворачивается панорама карьера, показывающая технологию разработки с применением буровзрывных работ, экскавации с последующей вывозкой горной массы железнодорожными составами по узкоколейке на обогатительную фабрику.

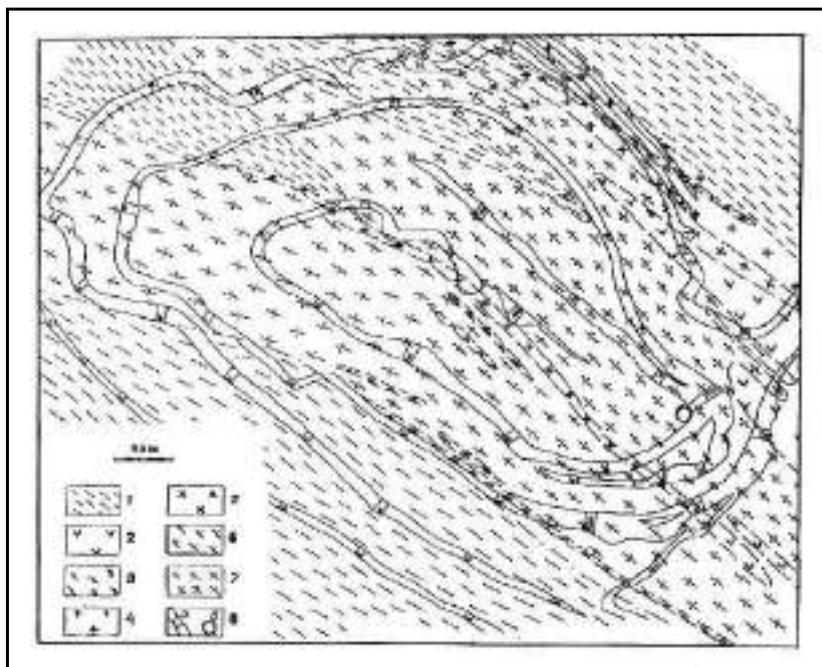


Рис. 19. Геологический план карьера «Новая линза»:

1 – сланцы; 2 – серпентиниты; 3 – амфиболиты; 4 – плагиограниты; 5 – диориты;
6 – хлоритовые метасоматиты; 7 – тальк-карбонатные породы;
8 – карьер: а - борта, б - водосборный зумф

Геологическое строение «Новой линзы» во многом схоже с таковым «Старой линзы». Отличие состоит в том, что здесь развиты дайки только среднего и кислого состава.

Т.Н.5. В западной части пос. Шабровский расположен отработанный мраморный карьер, а вблизи дороги на Б.Седельниково недавно заложен новый мраморный карьер. Он вскрывает полосу мрамора мощностью 80-90 м вдоль гранитоидов шабровской интрузии. Падение полосчатого мрамора на северо-восток под углом 70° . Мрамор мелкозернистый, светло-серого цвета с оттенками от светло-голубого до темно-синего. Текстура неотчетливо полосчатая. Полируемость породы хорошая. В верхних горизонтах широко проявлены процессы карста. Пустоты в настоящее время заполнены глинами и бурыми железняками. На борту старого мраморного карьера расположен цех по обработке крупноблочных глыб мрамора, змеевика, гранитов и других облицовочных пород. Здесь можно ознакомиться с технологией обработки камня.

3.4. Шиловское месторождение

Шиловское месторождение более известно как меднорудное на восточной окраине пос. Медный (авт. № 185). Оно открыто в 1703 г. крестьянином И. Шиловым «со товарищами». Собственно Шиловское месторождение (рис. 21) расположено на краю поселка Медный, представлено карьером (35x15x10 м) и группой небольших горных выработок. В карьере обнажаются тела скарнов (в торцевой части карьера) на контакте габбро,

габбро-диоритов (забой слева) с мраморизованными известняками (правая часть карьера). Золотосодержащая медная минерализация наблюдается в маломощных зонах бортов карьера.

К северо-востоку от карьера на расстоянии нескольких сот метров по простиранию рудных скарнов размещаются еще несколько заросших карьеров со штольнями в их бортах и около десятка обрушенных шахт. Поэтому при движении по лесу необходимо соблюдать осторожность.

Шиловское месторождение локализуется в юго-восточном экзоконтакте Верхисетского массива гранитоидов. В этом экзоконтакте развиты сравнительно небольшие интрузии среднего-основного (от диоритов до габбро) состава. На контакте одного из них (Решетинского) с известняками сформировались скарны Шиловского месторождения. На контакте диоритов (реже габбро) с известняками развиты гранатовые, гранат-пироксеновые, гранат-эпидотовые скарны с магнетитом и наложенной медно-сульфидной минерализацией (Мурзин, Сазонов, 1990; Сазонов и др., 1994).

Месторождение локализовано в тектонической структуре с простиранием на северо-восток. Скарновые тела встречаются на всем протяжении этого разлома. Однако они вскрывались преимущественно шахтным способом. На современном этапе крепление шахт прогнило и поэтому горные выработки представляют большую опасность для посетителей.

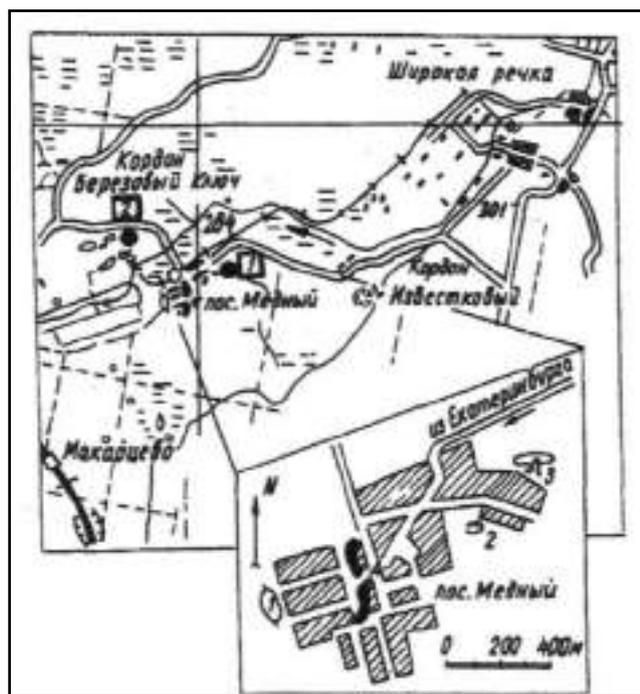


Рис. 20. Географическая схема Шиловской экскурсии:

1 — Шиловское медно-скарное месторождение;

2 — Пушкинское золоторудное месторождение.

На врезке: 1, 2 - обнажения доступные для осмотра;

3 – карьер Шиловского месторождения

Медно-магнетитовые руды отработаны практически полностью. Медно-сульфидная минерализация фиксируется в тектонических нарушениях северо-западной ориентировки, локализуясь как в скарнах, так и в пропилитизированных габбро.

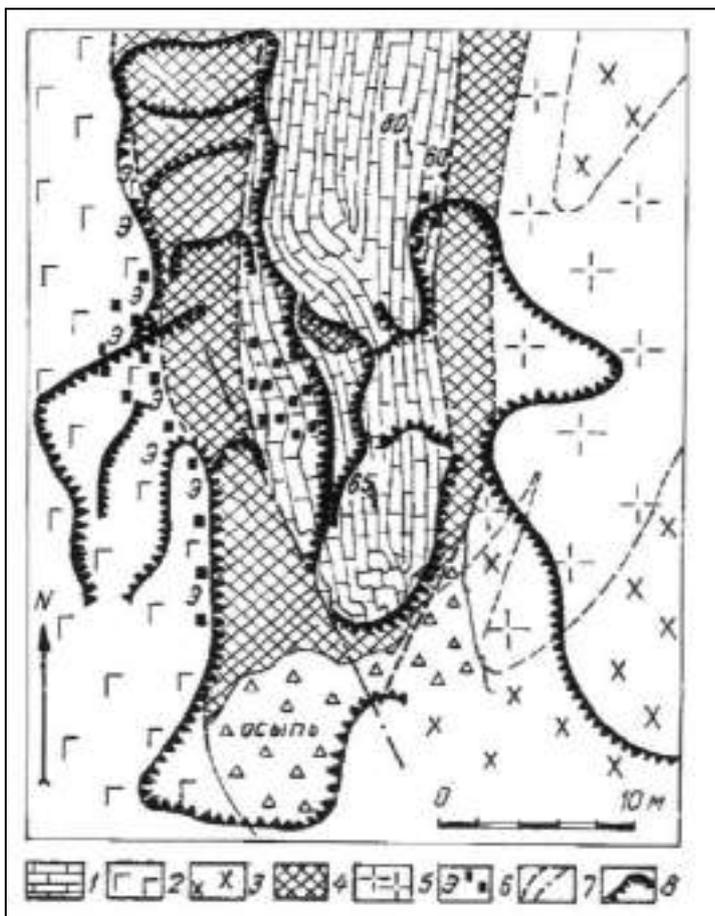


Рис. 22. Геологическая карта Шиловского месторождения:
 1 – мраморизованные известняки, участками с сульфидами (черные квадраты);
 2 – меланократовые габбро;
 3 – диориты;
 4 – скарны (гранатовые, гранат-пироксеновые, гранат-эпидотовые с магнетитом и сульфидами);
 5 – grano-диориты (иногда дайки аплитов) с участками развития кварц-серицитовых метасоматитов;
 6 – места развития эпидотизации (Э) и сульфидизации (черные квадраты);
 7 – контакты пород и разрывные нарушения; 8 – границы карьера

В скарнах выделяются участки перекристаллизованных эпидозитов, сложенные зеленым эпидотом и кальцитом.

Характерной для месторождения является повышенная (участками до промышленной) золотоносность руд. На окраине поселка можно видеть затопленные выработки на месте старательской отработки небольших золоторудных россыпей. Бассейн р. Шиловки, вдоль русла которой сейчас размещается крупный торфяник, является золотоносным.

Здесь, в окрестностях пос. Медный расположено одно из наиболее крупных на Урале месторождений торфа. Размер торфяника здесь достигает 20 квадратных километров, мощность достигает 6-9 метров. Торф древесно-осоковый, в кусках коричневого цвета, с остатками древесины и коры, главным образом березы, реже ольхи и ивы. Осоковыми формами сложена большая часть залежей торфяников, которые залегают непосредственно на магматических породах. Заторфовывание водоемов – одна из природных угроз для человека, она приводит к постепенному сокращению водоемов и последующему их исчезновению. Начало такого процесса несколько различается для озер с пологими и крутыми берегами. При зарастании болот с пологими берегами зарастание дна происходит в строгом порядке и зависит от глубины. На глубоких местах (2,0-2,5 м) поселяются водные лилии, на глубинах 1,0-1,5 м растут камыш и тростник, а прибрежных зонах – осоки. После отмирания этих растений на дне водоема отлагаются их остатки – стебли, корневища, листья. При этом лишь часть этих остатков разлагается, другая остается в полуразрушенном состоянии. Такое накопление растительных остатков со временем приводит к обмелению водоема. В дальнейшем более молодые растения вынуждены сдвигать свои ареалы обитания на большую глубину, отдаляясь от берега. В конце концов, все озеро высыхает, покрываясь осокой.

Несколько иной способ зарастания озер отмечается в случае наличия крутых берегов. При глубине прибрежных зон более 2,0 метров развитием пользуются растения, способные держаться на поверхности воды. Они прикрепляются ко дну у береговой линии и распространяют свои стебли далеко от берега. Переплетаясь между собой, стебли таких растений образуют прочную сеть, на которой могут развиваться другие растения-сателлиты. Питательной средой таких растений являются: растворенные в воде соли, мелкая пыль, попадающая в воду из атмосферы. Разрастание таких колоний растений приводит, в конечном счете, к полному покрытию всей водной поверхности озер. В процессе отмирания растительности происходит естественное обмеление водоемов и последующее их исчезновение. Однако при обмелении озера до приемлемых глубин в нем могут поселяться упомянутые выше растения, характерные для мелководных водоемов которые ускоряют процессы его исчезновения.

В связи с интенсивным проведением дренажных работ ранее заболоченные участки торфяников стали сухими. В летнее время, особенно в засушливую погоду, над торфяниками носится пыль, что является чрезвычайно

опасным в случае возгорания торфа. При такой большой мощности отложений торфа тушение сильно затруднено из-за возможности подземных пожаров. В настоящее время разработка торфа на участке Медном временно прекращена, за несколько лет площадь покрылась подлеском, который в определенной степени спасает торфяник от случайных пожаров. Торфяники поселка Медный являются главным объектом наблюдения студентов групп ЗЧС.

В данном районе, наряду с заторфовыванием озер, можно наблюдать процессы заболачивания лесов и лугов. Здесь, наряду с природными процессами, определенную роль играют техногенные процессы, связанные, прежде всего, со строительством плотин, запруд и других гидротехнических сооружений. Заболачивание связывается с созданием условий избыточной увлажненности участков, когда полезная для человека луговая или лесная растительность меняется на болотную. При этом из обращения изымается часть полезных земель

Кроме упомянутых выше процессов заболачивания культурных угодий и заторфовывания водоемов, значительную опасность на данном участке представляют собой древние шахты и глубокие шурфы, крепления которых давно прогнили. Студентам запрещается подходить близко к этим горным выработкам и заглядывать в них во избежание осыпей и провалов, что имело место в прошлом. Студентам следует напомнить некоторые правила поведения в таких участках. Все опасные участки развития старых горных выработок должны быть ограждены, а также иметь предупредительные знаки.

Кроме того, на участке Шиловского месторождения студентам следует напоминать правила противопожарной безопасности в связи с широким развитием здесь легковоспламеняющихся торфяников.

3.5. Березовское рудное поле

Березовское рудное поле расположено в 12 км на северо-восток от г. Екатеринбурга. Оно является крупнейшим на Урале собственно золоторудным объектом. Ввод его в эксплуатацию (1748 г.) определил начало золотой промышленности региона, да и Российского государства в целом. Практически до конца 50-х гг. XX столетия Березовское рудное поле было крупнейшим по запасам золота в бывшем СССР. Месторождение на сегодня отрабатывается на горизонте до 520 м. Структурным бурением установлено, что в центральной и южной частях месторождения оруденение прослеживается до глубины 1 - 1,2 км.

Березовское рудное поле широко известно в мире. Оно рассматривается как классический золоторудный объект кварц-жильного типа во всех курсах полезных ископаемых практически во всем мире. Березовское месторождение представлено крупной серией даек гранитоид-порфиров, имеющих преимущественно субмеридиональное и северо-восточное, реже субширотное простирание. Большая часть даек имеет крутое (до вертикального) падение. Дайки по большей части березитизированы, вмещают «лестничные» кварцевые жилы, ориентированные по нормали к зальбандам даек. Кроме лестничных, на

месторождении развиты красичные кварцевые жилы. Последние представляют собой разновидности жил, вышедших из даек во вмещающие породы или же не имеющие связи с дайками и формирующиеся по тектонически ослабленным зонам (разломам), ориентированным, как правило, широтно или субширотно.

Вулканиды и вулканогенно-осадочные толщи в пределах Березовского рудного поля имеют моноклинальное залегание, полого падают на север и подразделяются на две толщи: нижнюю – чередование базальтовых лав, туфобрекчий, туффигов, кремнистых осадков, и верхнюю – диабазы. Общая мощность толщ превышает 1,2 км.

Описание маршрута

Начало маршрута — южный фланг Березовского рудного поля.

Т.Н.1. На остановке общественного транспорта «Каменные Палатки» в скальном обнажении с этим же названием можно наблюдать типичные шарташские адамеллиты, а также разноориентированные трещины, характерные для Шарташского массива в целом, горизонтальные и пологопадающие, волнисто изогнутые трещины обуславливают матрацевидную отдельность, отчетливо подчеркнутую процессами выветривания.

На примере фигур «Каменных палаток» наблюдают результаты физического выветривания в гранитах, а также продукты эоловой деятельности: **дефляции и коррозии**. Подобные изменения потенциально можно ожидать на техногенных объектах.

Т.Н.2. Далее маршрут проходит через Шарташский щебеночный карьер. Борты карьера представлены средне-крупнозернистыми адамеллитами. Величина зерен биотита в них составляет 0,1 – 3 мм, а количество не превышает 5 – 10 % от общей массы.

Т.Н.3. Карьер расположен в северо-восточном эндоконтакте Шарташского массива адамеллитов. Здесь можно наблюдать адамеллиты, а также даечный комплекс, гранит-пегматиты и кварцевые жилы. Шарташский каменный карьер эксплуатируется как щебеночный — запасы составляют 33,6 млн. м³. В бортах, а также в донной части карьера можно наблюдать дайки гранит-порфиров, лампрофиров, аплитов, пегматитов, кварцевых с калишпатом жил.

Шарташский и Изоплитовый карьеры в настоящее время разрабатываются частными предпринимателями. Значительно проще посещение «Сибирского» карьера, вскрывающего южную часть Шарташского массива. Карьер расположен вблизи Сибирского тракта (остановка автобусов № 31, 1 - «Путевка»).



Рис. 22. Сибирский карьер по добыче облицовочных блоков гранитоидов

Сибирский разрабатывает монументальные блоки для облицовки или каменных архитектурных изделий, особенно на ранних стадиях разработки.

Отбор блоков гранитоидов осуществляется газо-плазменной резкой и клиновым отслоением через серию шпуров. Данную технологию можно видеть в северном забое карьера. Здесь же можно наблюдать самую мощную (около 1 м) дайку лампрофиров, выполняющую субмеридиональную трещину скалывания. Более мелкие дайки широко развиты в южном борту карьера (рис. 24). В бортах карьера картируются многочисленные дайки кислого состава: аплиты, гранит-порфиры, пегматиты.



Рис. 23. Дайка лампрофира (справа) и пересечение двух пегматитовых прожилков (слева) в гранитоидах Сибирского карьера

Во всех карьерах, пройденных в гранитоидах, следует обратить внимание студентов на крутые борта карьеров, что возможно только в крепких, устойчивых породах. На этих же объектах следует обратить внимание на систему водоотлива, которая защищает карьеры от затопления. Продолжаем маршрут в г. Березовском.

Т.Н. 5. Расположена на северной окраине г. Березовский в районе хвостохранилища. Здесь на правом берегу р. Пышмы высятся отходы от обогащения золотосодержащих руд. Отходы представлены тонко- и мелкозернистым кварцевым материалом. На хвостохранилище хорошо наблюдаются процессы ветровой и дождевой эрозии. В ветреную погоду поднимается кварцевая пыль, которая может вызвать у человека болезнь, известную под названием силикоз.

В данном маршруте в окрестностях г. Березовского для студентов специальности ЗЧС следует особое внимание обратить на провалы, которые расположены над шахтными полями. Здесь категорически нельзя вести строительство жилых зданий и сооружений. Обратить внимание на возможностях защиты таких территорий от потенциальной угрозы провалов.

3.6. Гора Хрустальная

На Среднем Урале в южной эндоконтактовой части Верх-Исетского гранитоидного массива расположен ряд крупных месторождений стекловидного и молочно-белого кварца.



Рис. 24. Географическая схема размещения месторождений кварцевого сырья

Наиболее значительными и разведанными из них являются гора Хрустальная (1) и Светлореченское (2).

Кварц является наиболее распространенным минералом в природе, на описываемых месторождениях содержит большое количество минеральных и газовой-жидких включений, довольно сильно «загрязнен» химически. В основном используется для варки различных специальных стекол, в качестве шихты для выращивания искусственных кристаллов кварца, в качестве заполнителя фильтров водоочистки, для футеровки различных агрегатов, в строительстве и для других нужд. При желании и дополнительных затратах всегда можно выбрать участки кварца, пригодные и для более ответственных назначений, но обычно это пока экономически нецелесообразно.

Понятие «молочно-белый кварц» сложилось исторически и не несет генетической или минералогической информации, в какой-то мере определяя лишь его замутненность газовой-жидкими включениями.

Район месторождений характеризуется напряженной структурно-тектонической обстановкой. Восточная часть южного замыкания Верх-Исетского гранитоидного массива разбита многочисленными различно ориентированными тектоническими нарушениями преимущественно субмеридионального простирания. В эндоконтактовой зоне главного тела Верх-Исетского гранитоидного массива почти повсеместно развиты гранитоиды повышенной основности – диориты, кварцевые диориты, залегающие среди биотит-амфиболовых гнейсов. Возраст гранитоидов установлен как позднепалеозойский, т. к. они прорывают все породы района. Это подтверждается и определением абсолютного возраста (260-340 млн. лет).

Месторождение горы Хрустальной представляет собой (Оболкин, 1981) крупное тело, вытянутое на 370-380 м в СВ (330-340 °) направлении. Форма его каплевидная в плане и неправильная в разрезе (рис. 26).

На глубину месторождение имеет тупое выклинивание с пологим падением (погружением) ЮЗ контакта к СВ под углом 8-10 °. Падение восточного контакта жильного тела крутое (75-90 °) к востоку, западный контакт до гор. 310-270 м падает к западу. Длина тела по вертикали непостоянная и колеблется от 90 м в его западной части до 190 м восточной. Ширина тела достигает 140 м.

Восточный контакт тела четкий крутопадающий (75-90 °) и контролируется тектоническим нарушением, западный контакт имеет более сложную конфигурацию, обусловленную заполнением пегматоидным и кварцевым материалом крупноглыбовой зоны брекчирования в диоритах.

Породы западного блока представлены сильно метаморфизованными диоритами. В них встречается тонкая и редкая вкрапленность пирита и халькопирита, а темноцветный минерал превращен в агрегат мелкочешуичатого биотита.

В породах восточного блока наблюдаются метасоматические образования, состоящие из биотита (флогопита), хлорита и тальковых сланцев, образованных по серпентинитам.

В жильном кварце месторождения выявлено и исследовано 22 минерала, являющихся вредными примесями: сера самородная, пирит, рутил, брусит, псиломелан, гематит, гидрогетит, апатит, графит, опал, магнетит, серицит, флогопит, алмадин, эпидот, мусковит, биотит, хлорит, актинолит, микроклин, калишпат, кальцит.

По степени минерализации кварц месторождения разделяется на две природные разновидности: мономинеральный или слабоминерализованный (до 8 %) и сильноминерализованный (более 8 %). По данным минералогических анализов (60 проб), содержание твердых минералогических примесей в первом типе кварце в среднем составляет 1,1 %, а во втором – 16,1 %.



Рис.25. Панорама Светлореченского месторождения кварца.
Кварцевая жила светлого оттенка

Другой характерной особенностью жильного кварца месторождения горы Хрустальной является его разлистованность. Впервые это подробно описано Г. Н. Вертушковым в начале 40-х годов и объяснено разлистованием кварца по плоскостям срастания полисинтетических бразильских двойников.

Кварц месторождения горы Хрустальной содержит значительное количество газовой-жидких включений. Большинство из них располагаются в системах трещин и являются вторичными.

Светлореченское месторождение жильного кварца расположено в юго-восточной части Верх-Исетского антиклинория. Данные разведочных работ показывают, что месторождение имеет зональное строение. Внешняя зона представлена пегматоидной породой, иногда с выделением в них кристаллов мусковита и калиевого шпата, размером от 1 до 5 см и измененными окварцованными диоритами, представляющими собой эруптивную брекчию, внутренняя – сложена массивным кварцем (кварцевое ядро).

Кварцевое ядро представляет собой крупное тело, простирающееся в северо-западном (330°) направлении на 300 м.

Выклинивание жильного тела по простирацию в северо-западной и юго-восточной частях. А восточный и западный контакты падают в разные стороны (рис. 26). На глубину тело имеет тупое выклинивание с пологим юго-восточным падением (погружением) под углом $5-10^\circ$. Форма тела линзовидная в плане и приближающаяся к трапециевидной в разрезе.

Восточный и западный контакт тела четкий и контролируется тектоническими нарушениями. Кварцевое тело рассечено системами трещин, в основном северо-западного и северо-восточного простираения с углами падения $30-70^\circ$. Трещины обычно ожелезнены. В кварцевом ядре, особенно в нижнем эндоконтакте, достаточно много ксенолитов вмещающих пород, представленных диоритами и мусковитизированными гранитами. Размеры их достигают $7,5 \times 30$ м. Длинные оси ориентированы по простирацию тела параллельно его нижнему контакту.

Кварцевое ядро сложено кварцем светло-серого, серого, белого или дымчато-серого цвета с участками прозрачного или полупрозрачного кварца. Структура кварца среднезернистая, местами крупнозернистая до гигантозернистой. Текстура массивная, реже сланцеватая. Последняя, обусловлена разлистованием кварца по плоскостям срастания полисинтетических бразильских двойников.

Длина тела по вертикали не постоянна и колеблется от 120 м в его центральной части, постепенно уменьшаясь, до 20 м в направлении северного выклинивания и до 80 м в направлении южного выклинивания. Ширина тела достигает 140 м.

В кварце месторождения выявлены и исследованы 17 минералов, являющихся вредными примесями: группа полевых шпатов (в основном микроклин), кальцит, мусковит, биотит, альмандин, хлорит, эпидот, лимонит, гематит, пирит, актинолит, молибденит, пиролюзит, графит, турмалин, рутил, сфен. Наиболее распространены микроклин, мусковит, биотит, эпидот, лимонит, актинолит, кальцит.

Кварц Светлореченского месторождения содержит значительное количество газово-жидких включений. Большинство из них располагаются в системах трещин и являются вторичными. Гораздо реже встречаются первичные включения, которые в основном сгруппированы по зонам роста

индивидов. Их цепочки косо ориентированы по плоскостям трещин с вторичными включениями.

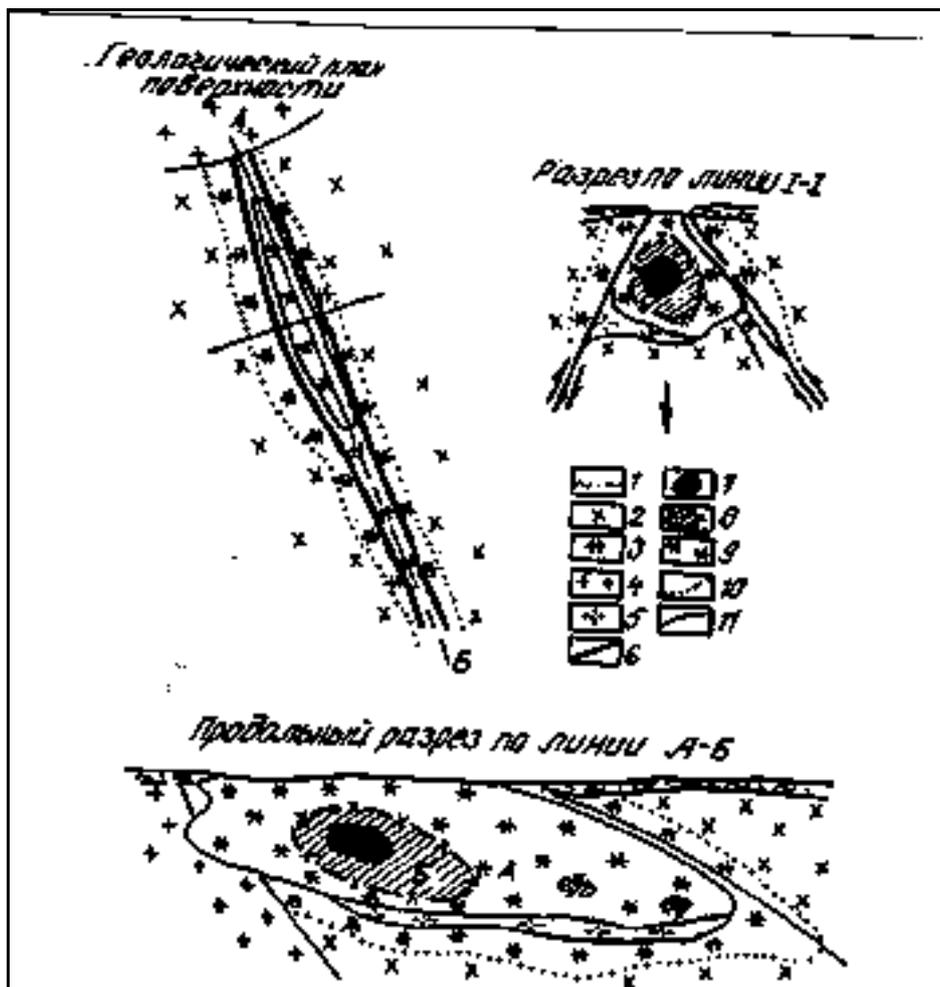


Рис. 26. Геологическое строение Светлореченского месторождения

Условные обозначения:

- 1 - рыхлые отложения; 2 - диориты; 3 - диориты окварцованные, полевошпатизированные, мусковитизированные, аплитовой структуры; 4 - граниты биотитовые; 5 - пегматиты; 6 - тектонические нарушения; 7-9 - зоны распространения кварца с различным коэффициентом светопропускания, 10 - граница изменения диоритов; 11 - геологические границы.

Характерной особенностью локализации крупных месторождений жильного кварца является их приуроченность к большим тектоническим нарушениям (месторождение горы Хрустальной) или тектоническим нарушениям, оперяющим под острым углом более мощную тектоническую зону (Светлореченское месторождение).

Формирование кварцевых тел происходило путем многократного раскрытия и заполнения трещин, образующихся при перемещении и расхождении блоков вмещающих пород и кристаллизации кварца в трещинных полостях в тектонически ослабленных зонах. Полученные результаты показывают несомненную связь крупных кварцевых месторождений с

тектоническими нарушениями южного обрамления Верх-Исетского гранитоидного массива.

Наиболее важными объектами наблюдения на участке с позиций специальности «Защита в чрезвычайных ситуациях» являются процессы формирования коры выветривания по породам различной устойчивости. Кварцевое тело в силу большой прочности образует в рельефе гребневидное тело, в то время как рыхлые продукты выветривания по измененным диоритам создают понижения в рельефе. Следует отметить, как меняется уровень обводненности карьера в зависимости от работы откачных насосов. С месторождениями кварца следует знакомить также как с объектами народнохозяйственного значения. Кварц данных месторождений потенциально может стать объектом получения особо чистого сырья – ценного продукта современных технологий. На промплощадке следует знакомить студентов с технологиями получения кварцевой продукции.

3.7. Билимбаевское месторождение

Участок расположен в 3,5 км южнее от г. Билимбай Свердловской области. От железнодорожной станции Билимбай карьер расположен в 7 км на восток. Добыча известняка ведется здесь, главным образом в Галкинском карьере, который в плане имеет изометричную форму, высота его бортов составляет около 20 метров.

Участок исследований расположен в Улсовско-Билимбаевской складчато-блоковой зоне, разделяющей два антиклинория: Уфалейский и Вишерско-Чусовской, которые, в свою очередь, входят в пределы Центрально-Уральского поднятия.

Галкинский карьер вскрывает известняки Билимбаевской свиты ордовикской системы. В разрезе свиты, кроме упомянутых известняков встречаются также: слабо метаморфизованные породы (филлиты), алевролиты, эффузивные образования. В известняках встречается фауна ордовикского возраста – остатки морских лилий, головоногих моллюсков. В известняках отмечаются находки остатков флоры в виде битуминозных примесей. Известняки в карьере сильно трещиноваты, преобладают разрывы с юго-восточными и юго-западными падениями. Углы падения пологие – 23-37 градусов. Мощность мезозойских пород, слагающих породы вскрыши составляет 4-5 метров, однако на отдельных участках она возрастает до 30-40 метров.

Известняки состоят преимущественно из кальцита – CaCO_3 . Изредка встречается примесь доломита. Содержание двух минералов в породе составляет более 99,0 %, поэтому они представляют высококачественное флюсовое сырье для металлургической промышленности. Окраска известняков светлая, светло-серая, примеси железа местами придают породе рыжую окраску.

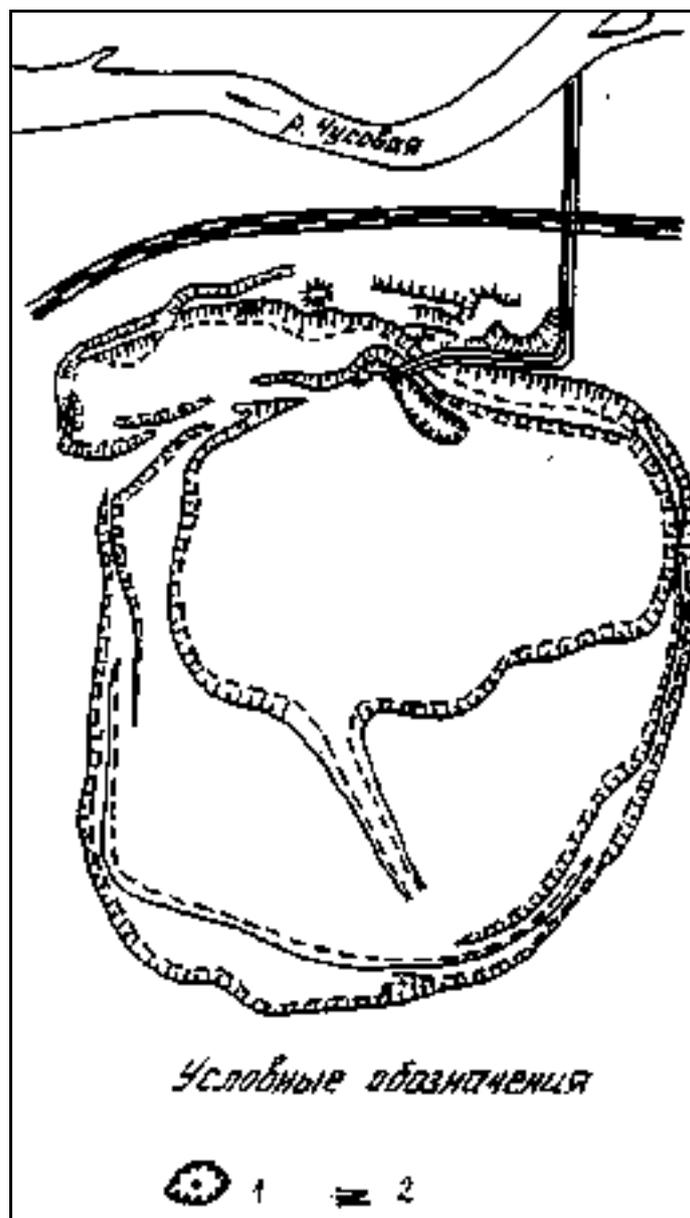


Рис. 27. План Галкинского карьера
 Условные обозначения: 1 – зумпф карьера, 2 – водоотлив

Состав пород в карьере, а также обильные водопритоки создают на этом участке условия для карстовых процессов, которые здесь наблюдаются в изобилии. Следует, однако, отметить, что на поверхности пород чаще отмечаются суффозионные процессы, связанные с вымыванием (выносом) механических частиц фильтрующейся водой, что сопровождается оседанием пород с образованием провалов и воронок. Такая суффозия называется механической, при химическом растворении ее называют химической и в этом случае растворимая часть породы выносится в виде раствора.

Внимание студентов обращается на многочисленных следах начальных процессов суффозии, проявленных в геоморфологии. Делается акцент на различиях карстовой и суффозионной деятельности в различных по литологии породах.



Рис. 28. Вид северо-восточного борта Галкинского карьера

Закарстованность района Галкинского карьера составляет на поверхности около 25 %, с глубиной она уменьшается и к глубине 100 м практически не фиксируется. Под закарстованностью принимают соотношение закарстованных площадей участка к его общей, суммарной, площади. Снижение общей закарстованности с глубиной обусловлено несколькими причинами. Главная из них – снижение количества трещин и их объема по мере увеличения глубины, что, в свою очередь, снижает объем циркулирующей воды, а также скорость ее движения. Заполнителями карстовых полостей являются глины и суглинки, а также щебень и песок. Форма пустот клиновидная со сужением вниз.

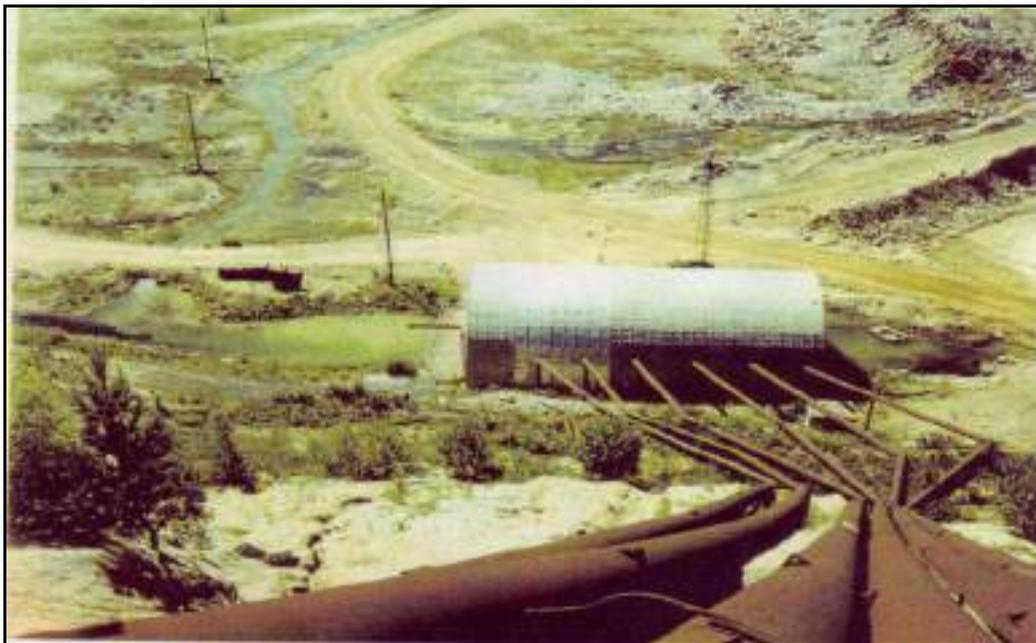


Рис 29. Система осушения Галкинского карьера: водосборные канавы, зумпф, модуль с насосами и водопроводные трубы

Водопроницаемость известняков близка нулю, поэтому обводненность карьера имеет трещинный характер. Общий водоприток в карьере составляет около 1500 м³/час, однако, в настоящее время ежегодно он постепенно возрастает, в связи с изменением технологии процесса добычи и привлечения водных ресурсов из р. Чусовой. Плотность известняков составляет 2,70 г/см³, временное сопротивление одноосному сжатию перпендикулярно слоистости – 130,0 МПа, а параллельно слоистости – до 55,0 МПа.

Известняки светло-серого цвета, часто массивной текстуры, скрытокристаллической структуры. Иногда отмечается мелкокристаллическая структура, которая фиксирует локальные участки слабого метаморфизма пород. В таких случаях в прослоях терригенных пород отмечаются переходы к филлитовидным разностям. В зонах наименее метаморфизованных пород можно встретить фауну ордовикского возраста. Элементы залегания известняков определяются с трудом. Такая возможность представляется благодаря наличию прослоев терригенных пород: алевролитов, алевропесчаников, реже – вулканитов.

Осушение карьера производится методом поверхностного дренажа, который включает в себя дренажные каналы и зумпф, куда вода стекается самотеком. Накопленная таким образом вода затем поднимается насосами вверх и сбрасывается в Чусовую. Перепад уровней воды в зумпфе карьера и реке Чусовой составляет 28 м.

В окрестностях Галкинского карьера, в поле развития известняков наблюдаются многочисленные воронки – небольшие карстовые провалы, фиксирующие начало карстообразования (рис. 31). Размер воронок различный, иногда не превышающий 1 метра. Как показывают результаты наблюдений, образование наблюдаемых воронок «молодого» карста началось сравнительно недавно и, по всей вероятности, увязывается с началом работ карьера. В данном маршруте студенты знакомятся с процессами суффозии и карста, производят локальное картирование воронок и описывают их. Для закрепления навыков работы с горным компасом здесь, в карьере, проводится массовый замер трещин с последующим построением розы-диаграммы трещиноватости.

На участке студенты знакомятся также с системой водоотлива, осушения месторождения. Характерной особенностью этого района являются многочисленные оползни, на которых можно наблюдать «пьяный лес». В самом карьере студенты знакомятся с характером выветривания известняков и других пород. При этом продукты всех этих процессов рекомендуется тщательно документировать, некоторые элементы – фотографировать и делать зарисовки.



Рис. 31. Свежая суффозионная воронка на левобережной пойменной террасе р. Чусовой, в 50 м от русла

3.8. Суффозионные процессы вдоль линий метро

Маршрут проходит непосредственно в пределах городской черты, сначала вдоль ул. 8-е Марта, где наблюдаются многочисленные разрушения домов, которые обтянуты стальными конструкциями. Начало маршрута на перекрестке улиц 8-е Марта и Декабристов. Наибольшему разрушению здесь подвергся старый дом с магазином «Гастроном», который стоит на ветке строящегося метро между станциями «Геологическая» и «Бажовская».

При движении к центру города студенты наблюдают здание сравнительно недавно построенного цирка, которое несет следы многочисленных реконструкций, призванных укрепить постройку. Причины деформаций в здании цирка могут объясняться двумя причинами. С одной стороны, строение стоит в непосредственной близости от сложной развязки двух веток метро, а, с другой – цирк, расположенный на контакте с активно живущим разломом, который расположен по руслу реки Исеть.

Инженерные меры защиты предприняты к старому зданию на перекрестке улиц 8-е Марта – Куйбышева. Как и в других местах, здесь здание «обвязано» стальным каркасом для предотвращения его дальнейшего развала.

Далее студенты наблюдают суффозионные процессы на западном берегу городского пруда. Каменная ограда пруда в нижней части в значительной степени разрушена. На улице Набережная рабочей молодежи видны следы

нового асфальта, закрывающего трещины, появившиеся в результате формирования оползневых процессов вдоль западного берега городского пруда.

Далее маршрут проходит между станциями метро «Уральская» и «Динамо». Вследствие процессов осушения, понижения уровня подземных вод, вдоль линии метро развиваются суффозионные процессы, которые приводят к многочисленным деформациям зданий и сооружений. Водопонижение осуществляется здесь с 1993 года с помощью 5 скважин диаметром 890 мм и насосами. Снижение уровня грунтовых вод привело к развитию суффозионных процессов, которые осуществляются путем механического выноса частиц фильтрующейся водой. Через некоторое время этот процесс привел к образованию пустот и полостей, что, в свою очередь, привело к проседанию зданий и сооружений и их видимых деформаций. Для спасения домов применены инженерные меры защиты, многочисленные стяжки.

Опасные явления природного и техногенного характера можно наблюдать в самом центре города, в районе городской «плотинки». На западном берегу городского пруда, на уровне поверхности воды наблюдаются процессы подмыва берега, что грозит обвалом чугунной ограды. Особенно хорошо заметны эти процессы зимой, когда наблюдения можно вести в непосредственной близости со льда. В 150 метрах от «плотинки» на север, в районе городского драмтеатра берег пруда укреплен бетонным сооружением.

В основании городской «плотинки» расположены две арки, одна из них недавно укреплена бетоном, в ней сделан переход. Другая арка, расположенная со стороны площади 1905 года, находится в аварийном состоянии. Только благодаря арочной конструкции потолка в ней не обрушиваются.

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

Паняк С.Г. Динамическая геология. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2010. 280 с.

Огородников В.Н., Поленов Ю.А., Григорьев В.В., Паняк С.Г., Дубейковский С.Г. Учебная геологическая практика. Изд-во УГГГА, Екатеринбург, 1995. 223 с.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

Огородников В.Н., Сазонов В.Н., Поленов Ю.А. Геологические маршруты по Екатеринбургью. Изд-во УГГГА, Екатеринбург, 1997. 227 с.

Стефан Григорьевич Паняк
Татьяна Сергеевна Бобина

УЧЕБНАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ПРАКТИКА
Учебное пособие
для студентов направления
20.03.01 – «Техносферная безопасность» (ТБ)
и специальности
21.05.04 – «Горное дело» (ГД)

Корректурa кафедры геологии и защиты в чрезвычайных ситуациях

Подписано в печать

Бумага писчая. Формат 60x84 1/16. Печать на ризографе.

Печ. л. 6.0. Уч.- изд. л. 5.8. Тираж 100 экз. Заказ №

Издательство УГГУ

620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30.

Уральский государственный горный университет

Лаборатория множительной техники

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ

Центра по учебно-методическому
Комплексу

С.А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Б2.В.03 (П) ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль)
Электрификация и автоматизация горного производства

Автор: Стариков В. С., доц., к. т. н.

Одобрена на заседании кафедры

Электрификации горных предприятий
(название кафедры)

Зав. кафедрой

(подпись)

Садовников М. Е.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 01.09.2023
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией
факультета

Горно-механический
(название факультета)

Председатель

(подпись)

Осипов П. А.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 20.10.2023
(Дата)

Екатеринбург

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ПРАКТИКИ

Главной целью преддипломной практики является сбор технической информации по предприятию и технологическому комплексу, которая в процессе выполнения выпускной квалификационной работы (ВКРИ) могла бы, при критическом анализе, оказать студенту техническую помощь в процессе проектирования подобного предприятия или комплекса. Объем материалов и их содержание должны быть достаточными для составления проектной документации по разделам, предусмотренным типовой структурой ВКРИ.

2. ПОРЯДОК ПРОХОЖДЕНИЯ ПРАКТИКИ

Общая организация преддипломной практики возлагается на выпускающую кафедру, которая выдает студенту необходимые документы для оформления прохождения практики на предприятии.

Этими документами являются: *программа преддипломной практики, путевка-удостоверение, предварительное задание на проектирование, выданное руководителем ВКРБ, дипломное задание по основному разделу специальной части проекта*. Только при наличии перечисленных документов студент может получить доступ к материалам на предприятии.

До отъезда на практику студенту необходимо ознакомиться с методическими указаниями по выполнению разделов будущего дипломного проекта и получить предварительное задание на проектирование у своего руководителя. Поскольку один из разделов специальной части является основным, по этому разделу необходимо получить дополнительное задание на сбор материалов во время прохождения практики.

На месте прохождения практики студент подчиняется требованиям внутреннего распорядка предприятия и через ответственного за проведение практики от предприятия получает доступ к сбору необходимых материалов.

3. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА ПО ПРЕДДИПЛОМНОЙ ПРАКТИКЕ

Нижеперечислены обязательные разделы отчета по практике, дифференцированные по типам предприятий.

3.1. Введение

3.1.1. Шахты

Географическое и административное расположение и генеральный план предприятия. Общая характеристика месторождения, качество полезного ископаемого, элементы залегания, балансовые и промышленные запасы в границах шахтного поля, категоричность по метану, пыли, по самовозгоранию угля или сульфидных руд, обводненность. Производительность. Рынки сбыта.

3.1.2. Карьеры и угольные разрезы

Географическое и административное расположение и генеральный план предприятия. Общая характеристика месторождения, вид залегания, качество полезного ископаемого, балансовые и промышленные запасы, перспективы развития. Производительность. Рынки сбыта.

3.1.3. Обоганительные фабрики

Территориальное расположение, административная или коммерческая принадлежность, генеральный план предприятия, качественные характеристики поставляемого сырья, конечная цель процесса обогащения и качественные характеристики концентрата или выходного продукта. Производительность. Рынки сбыта.

3.1.4. Общепромышленные объекты

Расположение и административное или коммерческое подчинение. Основное технологическое направление предприятия. Поставщики сырья или заготовок. Технические или технологические характеристики выпускаемой продукции или оборудования. Производительность. Рынки сбыта.

3.2. Технологическая часть

3.2.1. Шахты

Схема вскрытия месторождения и элементы системы разработки. Схема расположения шахтных стволов и капитальных горных выработок. Организация подготовительных и очистных работ. Основное технологическое оборудование, его технические характеристики, мощности электродвигателей, расположение в горных выработках, схема вентиляции.

Вид транспорта, технические характеристики транспортных средств. Мероприятия по защите окружающей среды.

3.2.2. Карьеры и угольные разрезы

Схема вскрытия месторождения и элементы системы разработки. План горных работ, поперечные разрезы карьера (разреза), размещение основного технологического оборудования на уступах и в забоях. Технические характеристики экскаваторов, буровых станков, транспортного оборудования. Вид транспорта, его технические характеристики. Организация вскрышных и добычных работ. Отвальное хозяйство. Мероприятия по защите окружающей среды.

3.2.3. Обогащительные фабрики

Организация технологического процесса. Схема цепи аппаратов. Основное механическое оборудование фабрики, его технические характеристики, мощности электродвигателей. Планы расположения оборудования на разных высотных отметках. Поперечные разрезы производственных помещений. Комплекс мероприятий по защите окружающей среды.

3.2.4. Общепромышленные объекты

Схема организации технологического процесса, его основные элементы. Основное механическое оборудование, его технические характеристики, мощности электродвигателей. Расположение оборудования в производственных помещениях, планы и поперечные разрезы производственных помещений. Комплекс мероприятий по защите окружающей среды.

3.3. Основное механическое оборудование

3.3.1. Шахты

Шахтные стационарные установки (вентиляторные, компрессорные, подъемные, водоотливные), их технические характеристики, мощности электроприводов, расположение в помещениях или камерах. Сведения о напорах и притоках воды, расходе воздуха и депрессии, производительности подъемных установок. Технологическая схема и

технические характеристики оборудования техкомплекса поверхности. Организация ремонта основного механического оборудования и электрооборудования.

3.3.2. Карьеры и угольные разрезы

Карьерные стационарные установки (водоотлив, наклонные подъемные установки, компрессорные установки, дренажные шахты и др., если они имеются), их технические характеристики, мощности электроприводов, компоновочные чертежи и места расположения. Организация ремонта основного механического оборудования и электрооборудования.

3.3.3. Обоганительные фабрики

Компоновочные и установочные чертежи одного из главных элементов технологической цепи (экстаустеры, шаровые или бесшаровые мельницы, дробилки и др.) с указанием подробных технических характеристик, мощностей электродвигателей; установочные чертежи (или эскизы) расположения электродвигателей на машине или механизме.

3.3.4. Общепромышленные объекты

Для общепромышленных объектов объем собираемых материалов определяется по аналогии с 3.3.3. с учетом специфики организации технологического процесса на предприятии. При этом в качестве объекта для сбора информации должно быть выбрано одно из главных звеньев технологической цепи.

3.4. Электромеханическое оборудование и электроснабжение

3.4.1. Шахты

Центральная подземная подстанция, схема, расположение оборудования в камере, технические характеристики оборудования и аппаратуры.

Схемы электроснабжения подготовительных и очистных работ. Расположение оборудования в забоях, основных и подготовительных выработках, камерах для размещения пусковой и защитной аппаратуры. Участковые трансформаторные подстанции: схемы, конструкции. Освещение: типы светильников, схемы их расположения в выработках. Конструкции заземляющих устройств.

3.4.2. Карьеры и угольные разрезы

Схема электроснабжения горных работ. Тип размещения электрооборудования в карьере и план электрических сетей. Расположение карьерных подстанций (КРП, ПКТП и др.) на плане горных работ.

Технические характеристики элементов схемы электроснабжения (подстанций, приключательных пунктов, кабельных и воздушных линий электропередачи). Устройства заземления в карьере. Схемы передвижных трансформаторных подстанций и приключательных пунктов. Освещение: типы светильников, схемы их подключения и расположения. Конструкции заземляющих устройств.

3.4.3. Обоганительные фабрики

С учетом специфики организации технологического процесса необходимо выделить из него одно из главных звеньев (например, цех флотации, цех дробления, цех сушки, цех измельчения и др.) и по согласованию с будущим руководителем проекта произвести сбор материалов для этого звена. Однако, в любом случае, необходимо включить в состав отчета следующие материалы:

Схема электроснабжения цеха с указанием технических характеристик пусковой и защитной аппаратуры. Схемы и чертежи конструкций комплектных трансформаторных

подстанций и щитовых устройств. Схемы питания и размещение на планах и разрезах помещений осветительных устройств. Схемы расположения электроприемников и кабельных трасс. Схемы заземляющих устройств.

3.4.4. Общепромышленные предприятия

Сбор материалов по этому разделу отчета может производиться по аналогии с 3.4.3., при этом выбор участка, цеха, передела также должен быть сделан до отъезда на практику при согласовании предварительного задания на проектирование.

3.5. Электропривод машин и установок технологического комплекса

Для выбранной машины или механизма (по согласованию с руководителем проекта) необходимо представить в отчете следующие материалы:

нагрузочную диаграмму и тахограмму, структурную и принципиальную схемы электропривода, способ управления двигателем или управляемым преобразователем, статические и динамические характеристики электропривода, режим работы, условия внешней среды и вид исполнения электрооборудования, тип электродвигателя, вид системы управления.

3.6. Автоматизация технологического комплекса

В качестве объекта автоматизации (по согласованию с руководителем проекта) может быть выбран один из наиболее крупных и ответственных элементов технологической схемы предприятия. Для горных предприятий это могут быть подъемные, вентиляторные, водоотливные, компрессорные установки, экскаваторы, буровые станки, конвейерные линии, дробильное или обогатительное оборудование, система контроля и учета энергоресурсов и т.д.

В отчет должны быть включены сведения о технической характеристике объекта автоматизации; параметрах, характеризующих работу технологического комплекса; датчиках контроля параметров, их назначении и характеристиках; функциональной (структурной) схеме, статических и динамических характеристиках основных элементов, передаточных функциях звеньев; принципиальной схеме автоматизации выбранного объекта.

3.7. Внешнее электроснабжение

Для выполнения соответствующего раздела дипломного проекта отчет по преддипломной практике должен содержать следующие материалы.

Сведения о потребителях электроэнергии, получающих питание с шин главной понижающей подстанции (ГПП) предприятия, их режимах работы и мощностях; схему электроснабжения предприятия и главную схему ГПП с указанием технических характеристик оборудования; компоновочные чертежи распределительных устройств; значения токов короткого замыкания; сведения и схемы устройств управления, релейной защиты и автоматики основных элементов главной схемы; конструктивные решения заземляющих устройств ГПП.

3.8. Охрана труда и техника безопасности при эксплуатации электрооборудования

В отчет должны быть включены сведения о технических способах и средствах защиты, обеспечивающих электробезопасность: защитном заземлении, занулении,

выравнивании потенциалов, применении пониженных и малых напряжений, электрическом разделении сети, защитном отключении, изоляции токоведущих частей, компенсации токов замыкания на землю, обеспечении недоступности к токоведущим частям, находящимся под напряжением.

Кроме этого должны быть отражены организационные мероприятия, такие как назначение лиц, ответственных за организацию и производство работ, оформление нарядов на производство работ, осуществления допуска к проведению работ, организация надзора за производством работ, оформление окончания работ.

3.9. Техничко-экономические показатели работы электромеханического оборудования

Электровооруженность труда, калькуляция себестоимости продукции по статье «электроэнергия», штаты работников электромеханической службы, фонд заработной платы, основные энергетические показатели. Мероприятия по экономии электроэнергии и повышению эффективности ее использования. Принятые на предприятии тарифы на оплату электрической энергии.

3.10. Заключение

В заключении студент должен сделать общие выводы и критический анализ организации электромеханического хозяйства предприятия и дать рекомендации по повышению эффективности использования электрической энергии в технологическом процессе.

4. ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА

Отчет составляется во время прохождения практики на предприятии.

Общий объем отчета не ограничивается.

В отчете должны быть помещены схемы, рисунки, эскизы, которые нумеруются и на них делаются ссылки в тексте. Громоздкие схемы должны быть переработаны и помещены так, чтобы при сохранении сущности имели разумный для отчета объем.

Страницы отчета нумеруются, а графический материал вклеивается в соответствующие места или представляется в виде приложения в отдельной папке. В отчете должен быть приведен список используемой литературы и содержание.

Отчет должен быть просмотрен руководителем практики от предприятия, который дает предварительную оценку, отмечая выполнение студентом программы практики и качество освещения поставленных в ней вопросов.

Отчет и отзыв заверяются подписью руководителя практики и печатью предприятия.

К отчету должны быть приложены:

1. Краткая производственная характеристика студента.
2. Дневник прохождения практики.
3. Путевка-удостоверение.

В недельный срок после окончания практики отчет должен быть сдан на кафедру ЭГП для проверки и оценки, которую выставляет руководитель проекта.

В случае неудовлетворительной оценки или отрицательной производственной характеристики, либо самовольного сокращения продолжительности практики, последняя не засчитывается.

Получение неудовлетворительной оценки по преддипломной практике влечет за собой повторное прохождение практики в сроки, установленные деканом факультета, или отчисление из института.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому
комплексу С. А. Упоров



МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

ФТД.01 ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ТРУДА

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль)
Электрификация и автоматизация горного производства

Одобрена на заседании кафедры

Управления персоналом

(название кафедры)

Зав. кафедрой

Ветош
(подпись)

Ветошкина Т.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 10.09.2023

(Дата)

Рассмотрена методической комиссией

Горно-механического факультета

(название факультета)

Председатель

Осипов
(подпись)

Осипов П.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 20.10.2023

(Дата)

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1 Методические рекомендации по решению практико-ориентированных заданий	5
2 Методические указания по подготовке к опросу	9
3 Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям	11
4 Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям	13
5 Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов	14
Заключение	17
Список использованных источников	18

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа студентов может рассматриваться как организационная форма обучения - система педагогических условий, обеспечивающих управление учебной деятельностью студентов по освоению знаний и умений в области учебной и научной деятельности без посторонней помощи.

Самостоятельная работа студентов проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирования практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развития исследовательских умений;
- получения навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные студентами работы и т. п.

Подразумевается несколько категорий видов самостоятельной работы студентов, значительная часть которых нашла отражения в данных методических рекомендациях:

- работа с источниками литературы и официальными документами (*использование библиотечно-информационной системы*);
- выполнение заданий для самостоятельной работы в рамках учебных дисциплин (*рефераты, эссе, домашние задания, решения практико-ориентированных заданий*);

- реализация элементов научно-педагогической практики (*разработка методических материалов, тестов, тематических портфолио*);
- реализация элементов научно-исследовательской практики (*подготовка текстов докладов, участие в исследованиях*).

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов online и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита творческих работ и электронных презентаций и др.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

1. Методические рекомендации по решению практико-ориентированных заданий

Практико-ориентированные задания - метод анализа ситуаций. Суть его заключается в том, что студентам предлагают осмыслить реальную жизненную ситуацию, описание которой одновременно отражает не только какую-либо практическую проблему, но и актуализирует определенный комплекс знаний, который необходимо усвоить при разрешении данной проблемы. При этом сама проблема не имеет однозначных решений.

Использование метода практико-ориентированного задания как образовательной технологии профессионально-ориентированного обучения представляет собой сложный процесс, плохо поддающийся алгоритмизации¹. Формально можно выделить следующие этапы:

- ознакомление студентов с текстом;
- анализ практико-ориентированного задания;
- организация обсуждения практико-ориентированного задания, дискуссии, презентации;
- оценивание участников дискуссии;
- подведение итогов дискуссии.

Ознакомление студентов с текстом практико-ориентированного задания и последующий анализ практико-ориентированного задания чаще всего осуществляются за несколько дней до его обсуждения и реализуются как самостоятельная работа студентов; при этом время, отводимое на подготовку, определяется видом практико-ориентированного задания, его объемом и сложностью.

Общая схема работы с практико-ориентированным заданием на данном этапе может быть представлена следующим образом: в первую очередь следует выявить ключевые проблемы практико-ориентированного задания и понять, какие именно из представленных данных важны для решения; войти в ситуационный контекст практико-ориентированного задания, определить, кто его главные действующие лица, отобрать факты и понятия, необходимые для анализа, понять, какие трудности могут возникнуть при решении задачи; следующим этапом является выбор метода исследования.

Знакомство с небольшими практико-ориентированными заданиями и их обсуждение может быть организовано непосредственно на занятиях. Принципиально важным в этом случае является то, чтобы часть теоретического курса, на которой базируется практико-ориентированное задание, была бы прочитана и проработана студентами.

Максимальная польза из работы над практико-ориентированными заданиями будет извлечена в том случае, если аспиранты при предварительном знакомстве с ними будут придерживаться систематического подхода к их анализу, основные шаги которого представлены ниже:

1. Выпишите из соответствующих разделов учебной дисциплины ключевые идеи, для того, чтобы освежить в памяти теоретические концепции и подходы, которые Вам предстоит использовать при анализе практико-ориентированного задания.
2. Бегло прочтите практико-ориентированное задание, чтобы составить о нем общее представление.
3. Внимательно прочтите вопросы к практико-ориентированному заданию и убедитесь в том, что Вы хорошо поняли, что Вас просят сделать.
4. Вновь прочтите текст практико-ориентированного задания, внимательно фиксируя все факторы или проблемы, имеющие отношение к поставленным вопросам.
5. Прикиньте, какие идеи и концепции соотносятся с проблемами, которые Вам предлагается рассмотреть при работе с практико-ориентированным заданием.

¹ Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально -ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://evolkov.net/case/case.study.html/>

Организация обсуждения практико-ориентированного задания предполагает формулирование перед студентами вопросов, включение их в дискуссию. Вопросы обычно подготавливаются заранее и предлагают студентам вместе с текстом практико-ориентированного задания. При разборе учебной ситуации преподаватель может занимать активную или пассивную позицию, иногда он «дирижирует» разбором, а иногда ограничивается подведением итогов дискуссии.

Организация обсуждения практико-ориентированных заданий обычно основывается на двух методах. Первый из них носит название традиционного Гарвардского метода - открытая дискуссия. Альтернативным методом является метод, связанный с индивидуальным или групповым опросом, в ходе которого аспиранты делают формальную устную оценку ситуации и предлагают анализ представленного практико-ориентированного задания, свои решения и рекомендации, т.е. делают презентацию. Этот метод позволяет некоторым студентам минимизировать их учебные усилия, поскольку каждый аспирант опрашивается один-два раза за занятие. Метод развивает у студентов коммуникативные навыки, учит их четко выражать свои мысли. Однако, этот метод менее динамичен, чем Гарвардский метод. В открытой дискуссии организация и контроль участников более сложен.

Дискуссия занимает центральное место в методе. Ее целесообразно использовать в том случае, когда аспиранты обладают значительной степенью зрелости и самостоятельности мышления, умеют аргументировать, доказывать и обосновывать свою точку зрения. Важнейшей характеристикой дискуссии является уровень ее компетентности, который складывается из компетентности ее участников. Неподготовленность студентов к дискуссии делает ее формальной, превращает в процесс вытаскивания ими информации у преподавателя, а не самостоятельное ее добывание.

Особое место в организации дискуссии при обсуждении и анализе практико-ориентированного задания принадлежит использованию метода генерации идей, получившего название «мозговой атаки» или «мозгового штурма».

Метод «мозговой атаки» или «мозгового штурма» был предложен в 30-х годах прошлого столетия А. Осборном как групповой метод решения проблем. К концу XX столетия этот метод приобрел особую популярность в практике управления и обучения не только как самостоятельный метод, но и как использование в процессе деятельности с целью усиления ее продуктивности. В процессе обучения «мозговая атака» выступает в качестве важнейшего средства развития творческой активности студентов. «Мозговая атака» включает в себя три фазы.

Первая фаза представляет собой вхождение в психологическую раскованность, отказ от стереотипности, страха показаться смешным и неудачником; достигается созданием благоприятной психологической обстановки и взаимного доверия, когда идеи теряют авторство, становятся общими. Основная задача этой фазы - успокоиться и расковаться.

Вторая фаза - это собственно атака; задача этой фазы - породить поток, лавину идей. «Мозговая атака» в этой фазе осуществляется по следующим принципам:

- есть идея, - говорю, нет идеи, - не молчу;
- поощряется самое необузданное ассоциирование, чем более дикой покажется идея, тем лучше;
- количество предложенных идей должно быть как можно большим;
- высказанные идеи разрешается заимствовать и как угодно комбинировать, а также видоизменять и улучшать;
- исключается критика, можно высказывать любые мысли без боязни, что их признают плохими, критикующих лишают слова;
- не имеют никакого значения социальные статусы участников; это абсолютная демократия и одновременно авторитаризм сумасшедшей идеи;
- все идеи записываются в протокольный список идей;

- время высказываний - не более 1-2 минут.

Третья фаза представляет собой творческий анализ идей с целью поиска конструктивного решения проблемы по следующим правилам:

- анализировать все идеи без дискриминации какой-либо из них;
- найти место идее в системе и найти систему под идею;
- не умножать сущностей без надобности;
- не должна нарушаться красота и изящество полученного результата;
- должно быть принципиально новое видение;
- ищи «жемчужину в навозе».

В методе мозговая атака применяется при возникновении у группы реальных затруднений в осмыслении ситуации, является средством повышения активности студентов. В этом смысле мозговая атака представляется не как инструмент поиска новых решений, хотя и такая ее роль не исключена, а как своеобразное «подталкивание» к познавательной активности.

Презентация, или представление результатов анализа практико-ориентированного задания, выступает очень важным аспектом метода *case-study*. Умение публично представить интеллектуальный продукт, хорошо его рекламировать, показать его достоинства и возможные направления эффективного использования, а также выстоять под шквалом критики, является очень ценным интегральным качеством современного специалиста. Презентация оттачивает многие глубинные качества личности: волю, убежденность, целенаправленность, достоинство и т.п.; она вырабатывает навыки публичного общения, формирования своего собственного имиджа.

Публичная (устная) презентация предполагает представление решений практико-ориентированного задания группе, она максимально вырабатывает навыки публичной деятельности и участия в дискуссии. Устная презентация обладает свойством кратковременного воздействия на студентов и, поэтому, трудна для восприятия и запоминания. Степень подготовленности выступающего проявляется в спровоцированной им дискуссии: для этого необязательно делать все заявления очевидными и неопровержимыми. Такая подача материала при анализе практико-ориентированного задания может послужить началом дискуссии. При устной презентации необходимо учитывать эмоциональный настрой выступающего: отношение и эмоции говорящего вносят существенный вклад в сообщение. Одним из преимуществ публичной (устной) презентации является ее гибкость. Оратор может откликаться на изменения окружающей обстановки, адаптировать свой стиль и материал, чувствуя настроение аудитории.

Непубличная презентация менее эффективна, но обучающая роль ее весьма велика. Чаще всего непубличная презентация выступает в виде подготовки отчета по выполнению задания, при этом стимулируются такие качества, как умение подготовить текст, точно и аккуратно составить отчет, не допустить ошибки в расчетах и т.д. Подготовка письменного анализа практико-ориентированного задания аналогична подготовке устного, с той разницей, что письменные отчеты-презентации обычно более структурированы и детализированы. Основное правило письменного анализа практико-ориентированного задания заключается в том, чтобы избегать простого повторения информации из текста, информация должна быть представлена в переработанном виде. Самым важным при этом является собственный анализ представленного материала, его соответствующая интерпретация и сделанные предложения. Письменный отчет - презентация может сдаваться по истечении некоторого времени после устной презентации, что позволяет студентам более тщательно проанализировать всю информацию, полученную в ходе дискуссии.

Как письменная, так и устная презентация результатов анализа практико-ориентированного задания может быть групповой и индивидуальной. Отчет может быть индивидуальным или групповым в зависимости от сложности и объема задания. Индивидуальная презентация формирует ответственность, собранность, волю;

групповая - аналитические способности, умение обобщать материал, системно видеть проект.

Оценивание участников дискуссии является важнейшей проблемой обучения посредством метода практико-ориентированного задания. При этом выделяются следующие требования к оцениванию:

- объективность - создание условий, в которых бы максимально точно выявлялись знания обучаемых, предъявление к ним единых требований, справедливое отношение к каждому;
- обоснованность оценок - их аргументация;
- систематичность - важнейший психологический фактор, организующий и дисциплинирующий студентов, формирующий настойчивость и устремленность в достижении цели;
- всесторонность и оптимальность.

Оценивание участников дискуссии предполагает оценивание не столько набора определенных знаний, сколько умения студентов анализировать конкретную ситуацию, принимать решение, логически мыслить.

Следует отметить, что оценивается содержательная активность студента в дискуссии или публичной (устной) презентации, которая включает в себя следующие составляющие:

- выступление, которое характеризует попытку серьезного предварительного анализа (правильность предложений, подготовленность, аргументированность и т.д.);
- обращение внимания на определенный круг вопросов, которые требуют углубленного обсуждения;
- владение категориальным аппаратом, стремление давать определения, выявлять содержание понятий;
- демонстрация умения логически мыслить, если точки зрения, высказанные раньше, подытоживаются и приводят к логическим выводам;
- предложение альтернатив, которые раньше оставались без внимания;
- предложение определенного плана действий или плана воплощения решения;
- определение существенных элементов, которые должны учитываться при анализе практико-ориентированного задания;
- заметное участие в обработке количественных данных, проведении расчетов;
- подведение итогов обсуждения.

При оценивании анализа практико-ориентированного задания, данного студентами при непубличной (письменной) презентации учитывается:

- формулировка и анализ большинства проблем, имеющих в практико-ориентированное задание;
- формулировка собственных выводов на основании информации о практико-ориентированное задание, которые отличаются от выводов других студентов;
- демонстрация адекватных аналитических методов для обработки информации;
- соответствие приведенных в итоге анализа аргументов ранее выявленным проблемам, сделанным выводам, оценкам и использованным аналитическим методам.

2. Методические указания по подготовке к опросу

Самостоятельная работа обучающихся включает подготовку к устному или письменному опросу на семинарских занятиях. Для этого обучающийся изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

Письменный опрос

В соответствии с технологической картой письменный опрос является одной из форм текущего контроля успеваемости студента по данной дисциплине. При подготовке к письменному опросу студент должен внимательно изучать лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

При изучении материала студент должен убедиться, что хорошо понимает основную терминологию темы, умеет ее использовать в нужном контексте. Желательно составить краткий конспект ответа на предполагаемые вопросы письменной работы, чтобы убедиться в том, что студент владеет материалом и может аргументировано, логично и грамотно письменно изложить ответ на вопрос. Следует обратить особое внимание на написание профессиональных терминов, чтобы избежать грамматических ошибок в работе. При изучении новой для студента терминологии рекомендуется изготовить карточки, которые содержат новый термин и его расшифровку, что значительно облегчит работу над материалом.

Устный опрос

Целью устного собеседования являются обобщение и закрепление изученного курса. Студентам предлагаются для освещения сквозные концептуальные проблемы. При подготовке следует использовать лекционный материал и учебную литературу. Для более глубокого постижения курса и более основательной подготовки рекомендуется познакомиться с указанной дополнительной литературой. Готовясь к семинару, студент должен, прежде всего, ознакомиться с общим планом семинарского занятия. Следует внимательно прочесть свой конспект лекции по изучаемой теме и рекомендуемую к теме семинара литературу. С незнакомыми терминами и понятиями следует ознакомиться в предлагаемом глоссарии, словаре или энциклопедии².

Критерии качества устного ответа.

1. Правильность ответа по содержанию.
2. Полнота и глубина ответа.
3. Сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала).
4. Логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться профессиональной терминологией).
5. Рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели).
6. Своевременности и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе).
7. Использование дополнительного материала (приветствуется, но не обязательно для всех студентов).

²Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii_dlya_studentov_21.pdf

8. Рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей студентов)³.

Ответ на каждый вопрос из плана семинарского занятия должен быть содержательным и аргументированным. Для этого следует использовать документы, монографическую, учебную и справочную литературу.

Для успешной подготовки к устному опросу, студент должен законспектировать рекомендуемую литературу, внимательно осмыслить лекционный материал и сделать выводы. В среднем, подготовка к устному опросу по одному семинарскому занятию занимает от 2 до 4 часов в зависимости от сложности темы и особенностей организации обучающимся своей самостоятельной работы.

3. Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям

На практических занятиях необходимо стремиться к самостоятельному решению задач, находя для этого более эффективные методы. При этом студентам надо приучить себя доводить решения задач до конечного «идеального» ответа. Это очень важно для

³Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]:
http://priab.ru/images/metod_agro/Metod_Inostran_yazyk_35.03.04_Agro_15.01.2016.pdf

будущих специалистов. Практические занятия вырабатывают навыки самостоятельной творческой работы, развивают мыслительные способности.

Практическое занятие – активная форма учебного процесса, дополняющая теоретический курс или лекционную часть учебной дисциплины и призванная помочь обучающимся освоиться в «пространстве» (тематике) дисциплины, самостоятельно прооперировать теоретическими знаниями на конкретном учебном материале.

Продолжительность одного практического занятия – от 2 до 4 академических часов. Общая доля практических занятий в учебном времени на дисциплину – от 10 до 20 процентов (при условии, что все активные формы займут в учебном времени на дисциплину от 40 до 60 процентов).

Для практического занятия в качестве темы выбирается обычно такая учебная задача, которая предполагает не существенные эвристические и аналитические напряжения и продвижения, а потребность обучающегося «потрогать» материал, опознать в конкретном то общее, о чем говорилось в лекции. Например, при рассмотрении вопросов оплаты труда, мотивации труда и проблем безработицы в России имеет смысл провести практические занятия со следующими сюжетами заданий: «Расчет заработной платы работников предприятия». «Разработка механизма мотивации труда на предприятии N». «В чем причины и особенности безработицы в России?». Последняя тема предполагает уже некоторую аналитическую составляющую. Основная задача первой из этих тем - самим посчитать заработную плату для различных групп работников на примере заданных параметров для конкретного предприятия, т. е. сделать расчеты «как на практике»; второй – дать собственный вариант мотивационной политики для предприятия, учитывая особенности данного объекта, отрасли и т.д.; третьей – опираясь на теоретические знания в области проблем занятости и безработицы, а также статистические материалы, сделать авторские выводы о видах безработицы, характерных для России, и их причинах, а также предложить меры по минимизации безработицы.

Перед проведением занятия должен быть подготовлен специальный материал – тот объект, которым обучающиеся станут оперировать, активизируя свои теоретические (общие) знания и тем самым, приобретая навыки выработки уверенных суждений и осуществления конкретных действий.

Дополнительный материал для практического занятия лучше получить у преподавателя заранее, чтобы у студентов была возможность просмотреть его и подготовить вопросы.

Условия должны быть такими, чтобы каждый мог работать самостоятельно от начала до конца. В аудитории должны быть «под рукой» необходимые справочники и тексты законов и нормативных актов по тематике занятия. Чтобы сделать практическое занятие максимально эффективным, надо заранее подготовить и изучить материал по наиболее интересным и практически важным темам.

Особенности практического занятия с использованием компьютера

Для того чтобы повысить эффективность проведения практического занятия, может использоваться компьютер по следующим направлениям:

- поиск информации в Интернете по поставленной проблеме: в этом случае преподаватель представляет обучающимся перечень рекомендуемых для посещения Интернет-сайтов;
- использование прикладных обучающих программ;
- выполнение заданий с использованием обучающимися заранее установленных преподавателем программ;
- использование программного обеспечения при проведении занятий, связанных с моделированием социально-экономических процессов.

4. Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям

Семинар представляет собой комплексную форму и завершающее звено в изучении определенных тем, предусмотренных программой учебной дисциплины. Комплексность данной формы занятий определяется тем, что в ходе её проведения сочетаются выступления обучающихся и преподавателя: рассмотрение обсуждаемой проблемы и анализ различных, часто дискуссионных позиций; обсуждение мнений обучающихся и разъяснение (консультация) преподавателя; углубленное изучение теории и приобретение навыков умения ее использовать в практической работе.

По своему назначению семинар, в процессе которого обсуждается та или иная научная проблема, способствует:

- углубленному изучению определенного раздела учебной дисциплины, закреплению знаний;
- отработке методологии и методических приемов познания;
- выработке аналитических способностей, умения обобщения и формулирования выводов;
- приобретению навыков использования научных знаний в практической деятельности;
- выработке умения кратко, аргументированно и ясно излагать обсуждаемые вопросы;
- осуществлению контроля преподавателя за ходом обучения.

Семинары представляет собой дискуссию в пределах обсуждаемой темы (проблемы). Дискуссия помогает участникам семинара приобрести более совершенные знания, проникнуть в суть изучаемых проблем. Выработать методологию, овладеть методами анализа социально-экономических процессов. Обсуждение должно носить творческий характер с четкой и убедительной аргументацией.

По своей структуре семинар начинается со вступительного слова преподавателя, в котором кратко излагаются место и значение обсуждаемой темы (проблемы) в данной дисциплине, напоминаются порядок и направления ее обсуждения. Конкретизируется ранее известный обучающимся план проведения занятия. После этого начинается процесс обсуждения вопросов обучающимися. Завершается занятие заключительным словом преподавателя.

Проведение семинарских занятий в рамках учебной группы (20 - 25 человек) позволяет обеспечить активное участие в обсуждении проблемы всех присутствующих.

По ходу обсуждения темы помните, что изучение теории должно быть связано с определением (выработкой) средств, путей применения теоретических положений в практической деятельности, например, при выполнении функций государственного служащего. В то же время важно не свести обсуждение научной проблемы только к пересказу случаев из практики работы, к критике имеющих место недостатков. Дискуссии имеют важное значение: учат дисциплине ума, умению выступать по существу, мыслить логически, выделяя главное, критически оценивать выступления участников семинара.

В процессе проведения семинара обучающиеся могут использовать разнообразные по своей форме и характеру пособия (от доски смелом до самых современных технических средств), демонстрируя фактический, в том числе статистический материал, убедительно подтверждающий теоретические выводы и положения. В завершение обсудите результаты работы семинара и сделайте выводы, что хорошо усвоено, а над чем следует дополнительно поработать.

В целях эффективности семинарских занятий необходима обстоятельная подготовка к их проведению. В начале семестра (учебного года) возьмите в библиотеке необходимые методические материалы для своевременной подготовки к семинарам. Во время лекций, связанных с темой семинарского занятия, следует обращать внимание на то, что необходимо дополнительно изучить при подготовке к семинару (новые официальные документы, статьи в периодических журналах, вновь вышедшие монографии и т.д.).

5. Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов

Экзамен - одна из важнейших частей учебного процесса, имеющая огромное значение.

Во-первых, готовясь к экзамену, студент приводит в систему знания, полученные на лекциях, семинарах, практических и лабораторных занятиях, разбирается в том, что осталось непонятным, и тогда изучаемая им дисциплина может быть воспринята в полном объеме с присущей ей строгостью и логичностью, ее практической направленностью. А это чрезвычайно важно для будущего специалиста.

Во-вторых, каждый хочет быть волевым и сообразительным, выдержанным и целеустремленным, иметь хорошую память, научиться быстро находить наиболее рациональное решение в трудных ситуациях. Очевидно, что все эти качества не только украшают человека, но и делают его наиболее действенным членом коллектива. Подготовка и сдача экзамена помогают студенту глубже усвоить изучаемые дисциплины, приобрести навыки и качества, необходимые хорошему специалисту.

Конечно, успех на экзамене во многом обусловлен тем, насколько систематически и глубоко работал студент в течение семестра. Совершенно очевидно, что серьезно продумать и усвоить содержание изучаемых дисциплин за несколько дней подготовки к экзамену просто невозможно даже для очень способного студента. И, кроме того, хорошо известно, что быстро выученные на память разделы учебной дисциплины так же быстро забываются после сдачи экзамена.

При подготовке к экзамену студенты не только повторяют и дорабатывают материал дисциплины, которую они изучали в течение семестра, они обобщают полученные знания, осмысливают методологию предмета, его систему, выделяют в нем основное и главное, воспроизводят общую картину с тем, чтобы яснее понять связь между отдельными элементами дисциплины. Вся эта обобщающая работа проходит в условиях напряжения воли и сознания, при значительном отвлечении от повседневной жизни, т. е. в условиях, благоприятствующих пониманию и запоминанию.

Подготовка к экзаменам состоит в приведении в порядок своих знаний. Даже самые способные студенты не в состоянии в короткий период зачетно-экзаменационной сессии усвоить материал целого семестра, если они над ним не работали в свое время. Для тех, кто мало занимался в семестре, экзамены принесут мало пользы: что быстро пройдено, то быстро и забудется. И хотя в некоторых случаях студент может «проскочить» через экзаменационный барьер, в его подготовке останется серьезный пробел, трудно восполняемый впоследствии.

Определив назначение и роль экзаменов в процессе обучения, попытаемся на этой основе пояснить, как лучше готовиться к ним.

Экзаменам, как правило, предшествует защита курсовых работ (проектов) и сдача зачетов. К экзаменам допускаются только студенты, защитившие все курсовые работы (проекты) и сдавшие все зачеты. В вузе сдача зачетов организована так, что при систематической работе в течение семестра, своевременной и успешной сдаче всех текущих работ, предусмотренных графиком учебного процесса, большая часть зачетов не вызывает повышенной трудности у студента. Студенты, работавшие в семестре по плану, подходят к экзаменационной сессии без напряжения, без излишней затраты сил в последнюю, «зачетную» неделю.

Подготовку к экзамену следует начинать с первого дня изучения дисциплины. Как правило, на лекциях подчеркиваются наиболее важные и трудные вопросы или разделы дисциплины, требующие внимательного изучения и обдумывания. Нужно эти вопросы выделить и обязательно постараться разобраться в них, не дожидаясь экзамена, проработать их, готовясь к семинарам, практическим или лабораторным занятиям, попробовать самостоятельно решить несколько типовых задач. И если, несмотря на это, часть материала осталась неувоенной, ни в коем случае нельзя успокаиваться, надеясь на

то, что это не попадет на экзамене. Факты говорят об обратном; если те или другие вопросы учебной дисциплины не вошли в экзаменационный билет, преподаватель может их задать (и часто задает) в виде дополнительных вопросов.

Точно такое же отношение должно быть выработано к вопросам и задачам, перечисленным в программе учебной дисциплины, выдаваемой студентам в начале семестра. Обычно эти же вопросы и аналогичные задачи содержатся в экзаменационных билетах. Не следует оставлять без внимания ни одного раздела дисциплины: если не удалось в чем-то разобраться самому, нужно обратиться к товарищам; если и это не помогло выяснить какой-либо вопрос до конца, нужно обязательно задать этот вопрос преподавателю на предэкзаменационной консультации. Чрезвычайно важно приучить себя к умению самостоятельно мыслить, учиться думать, понимать суть дела. Очень полезно после проработки каждого раздела восстановить в памяти содержание изученного материала, кратко записав это на листе бумаги, создать карту памяти (умственную карту), изобразить необходимые схемы и чертежи (логико-графические схемы), например, отобразить последовательность вывода теоремы или формулы. Если этого не сделать, то большая часть материала останется не понятой, а лишь формально заученной, и при первом же вопросе экзаменатора студент убедится в том, насколько поверхностно он усвоил материал.

В период экзаменационной сессии происходит резкое изменение режима работы, отсутствует посещение занятий по расписанию. При всяком изменении режима работы очень важно скорее приспособиться к новым условиям. Поэтому нужно сразу выбрать такой режим работы, который сохранился бы в течение всей сессии, т. е. почти на месяц. Необходимо составить для себя новый распорядок дня, чередуя занятия с отдыхом. Для того чтобы сократить потерю времени на включение в работу, рабочие периоды целесообразно делать длительными, разделив день примерно на три части: с утра до обеда, с обеда до ужина и от ужина до сна.

Каждый рабочий период дня надо заканчивать отдыхом. Наилучший отдых в период экзаменационной сессии - прогулка, кратковременная пробежка или какой-либо неустойчивый физический труд.

При подготовке к экзаменам основное направление дают программа учебной дисциплины и студенческий конспект, которые указывают, что наиболее важно знать и уметь делать. Основной материал должен прорабатываться по учебнику (если такой имеется) и учебным пособиям, так как конспекта далеко недостаточно для изучения дисциплины. Учебник должен быть изучен в течение семестра, а перед экзаменом сосредоточьте внимание на основных, наиболее сложных разделах. Подготовку по каждому разделу следует заканчивать восстановлением по памяти его краткого содержания в логической последовательности.

За один - два дня до экзамена назначается консультация. Если ее правильно использовать, она принесет большую пользу. Во время консультации студент имеет полную возможность получить ответ на нее и ясные ему вопросы. А для этого он должен проработать до консультации все темы дисциплины. Кроме того, преподаватель будет отвечать на вопросы других студентов, что будет для вас повторением и закреплением знаний. И еще очень важное обстоятельство: преподаватель на консультации, как правило, обращает внимание на те вопросы, по которым на предыдущих экзаменах ответы были неудовлетворительными, а также фиксирует внимание на наиболее трудных темах дисциплины. Некоторые студенты не приходят на консультации либо потому, что считают, что у них нет вопросов к преподавателю, либо полагают, что у них и так мало времени и лучше самому прочитать материал в конспекте или в учебнике. Это глубокое заблуждение. Никакая другая работа не сможет принести столь значительного эффекта накануне экзамена, как консультация преподавателя.

Но консультация не может возместить отсутствия длительной работы в течение семестра и помочь за несколько часов освоить материал, требующийся к экзамену. На консультации студент получает ответы на трудные или оставшиеся неясными вопросы и, следовательно, дорабатывается материал. Консультации рекомендуется посещать,

подготовив к ним все вопросы, вызывающие сомнения. Если студент придет на консультацию, не проработав всего материала, польза от такой консультации будет невелика.

Очень важным условием для правильного режима работы в период экзаменационной сессии является нормальный сон. Подготовка к экзамену не должна идти в ущерб сну, иначе в день экзамена не будет чувства свежести и бодрости, необходимых для хороших ответов. Вечер накануне экзамена рекомендуем закончить небольшой прогулкой.

Итак, *основные советы* для подготовки к сдаче зачетов и экзаменов состоят в следующем:

- лучшая подготовка к зачетам и экзаменам - равномерная работа в течение всего семестра;
- используйте программы учебных дисциплин - это организует вашу подготовку к зачетам и экзаменам;
- учитывайте, что для полноценного изучения учебной дисциплины необходимо время;
- составляйте планы работы во времени;
- работайте равномерно и ритмично;
- курсовые работы (проекты) желательно защищать за одну - две недели до начала зачетно-экзаменационной сессии;
- все зачеты необходимо сдавать до начала экзаменационной сессии;
- помните, что конспект не заменяет учебник и учебные пособия, а помогает выбрать из него основные вопросы и ответы;
- при подготовке наибольшее внимание и время уделяйте трудным и непонятным вопросам учебной дисциплины;
- грамотно используйте консультации;
- соблюдайте правильный режим труда и отдыха во время сессии, это сохранит работоспособность и даст хорошие результаты;
- учитесь владеть собой на зачете и экзамене;
- учитесь точно и кратко передавать свои мысли, поясняя их, если нужно, логико-графическими схемами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методические указания по выполнению самостоятельной работы обучающихся являются неотъемлемой частью процесса обучения в вузе. Правильная организация самостоятельной работы позволяет обучающимся развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, способствует формированию навыков совершенствования профессионального мастерства. Также внеаудиторное время включает в себя подготовку к аудиторным занятиям и изучение отдельных тем, расширяющих и углубляющих представления обучающихся по разделам изучаемой дисциплины.

Таким образом, обучающийся используя методические указания может в достаточном объеме усвоить и успешно реализовать конкретные знания, умения, навыки и получить опыт при выполнении следующих условий:

- 1) систематическая самостоятельная работа по закреплению полученных знаний и навыков;
- 2) добросовестное выполнение заданий;
- 3) выяснение и уточнение отдельных предпосылок, умозаключений и выводов, содержащихся в учебном курсе;
- 4) сопоставление точек зрения различных авторов по затрагиваемым в учебном курсе проблемам; выявление неточностей и некорректного изложения материала в периодической и специальной литературе;
- 5) периодическое ознакомление с последними теоретическими и практическими достижениями в области управления персоналом;
- 6) проведение собственных научных и практических исследований по одной или нескольким актуальным проблемам;
- 7) подготовка научных статей для опубликования в периодической печати, выступление на научно-практических конференциях, участие в работе студенческих научных обществ, круглых столах и диспутах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брандес М. П. Немецкий язык. Переводческое реферирование: практикум. М.: КДУ, 2008. – 368с.
2. Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально-ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://evolkov.net/case/case.study.html>
3. Методические рекомендации по написанию реферата. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.hse.spb.ru/edu/recommendations/method-referat-2005.phtml>
4. Фролова Н. А. Реферирование и аннотирование текстов по специальности: Учеб. пособие / ВолгГТУ, Волгоград, 2006. - С.5.
5. Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii_dlya_studentov_21.pdf

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1 Методические рекомендации по решению практико-ориентированных заданий	5
2 Методические указания по подготовке к опросу	9
3 Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям	11
4 Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям	13
5 Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов	14
Заключение	17
Список использованных источников	18

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа студентов может рассматриваться как организационная форма обучения - система педагогических условий, обеспечивающих управление учебной деятельностью студентов по освоению знаний и умений в области учебной и научной деятельности без посторонней помощи.

Самостоятельная работа студентов проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирования практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развития исследовательских умений;
- получения навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные студентами работы и т. п.

Подразумевается несколько категорий видов самостоятельной работы студентов, значительная часть которых нашла отражения в данных методических рекомендациях:

- работа с источниками литературы и официальными документами (*использование библиотечно-информационной системы*);
- выполнение заданий для самостоятельной работы в рамках учебных дисциплин (*рефераты, эссе, домашние задания, решения практико-ориентированных заданий*);

- реализация элементов научно-педагогической практики (*разработка методических материалов, тестов, тематических портфолио*);
- реализация элементов научно-исследовательской практики (*подготовка текстов докладов, участие в исследованиях*).

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов online и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита творческих работ и электронных презентаций и др.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

1. Методические рекомендации по решению практико-ориентированных заданий

Практико-ориентированные задания - метод анализа ситуаций. Суть его заключается в том, что студентам предлагают осмыслить реальную жизненную ситуацию, описание которой одновременно отражает не только какую-либо практическую проблему, но и актуализирует определенный комплекс знаний, который необходимо усвоить при разрешении данной проблемы. При этом сама проблема не имеет однозначных решений.

Использование метода практико-ориентированного задания как образовательной технологии профессионально-ориентированного обучения представляет собой сложный процесс, плохо поддающийся алгоритмизации¹. Формально можно выделить следующие этапы:

- ознакомление студентов с текстом;
- анализ практико-ориентированного задания;
- организация обсуждения практико-ориентированного задания, дискуссии, презентации;
- оценивание участников дискуссии;
- подведение итогов дискуссии.

Ознакомление студентов с текстом практико-ориентированного задания и последующий анализ практико-ориентированного задания чаще всего осуществляются за несколько дней до его обсуждения и реализуются как самостоятельная работа студентов; при этом время, отводимое на подготовку, определяется видом практико-ориентированного задания, его объемом и сложностью.

Общая схема работы с практико-ориентированное заданием на данном этапе может быть представлена следующим образом: в первую очередь следует выявить ключевые проблемы практико-ориентированного задания и понять, какие именно из представленных данных важны для решения; войти в ситуационный контекст практико-ориентированного задания, определить, кто его главные действующие лица, отобрать факты и понятия, необходимые для анализа, понять, какие трудности могут возникнуть при решении задачи; следующим этапом является выбор метода исследования.

Знакомство с небольшими практико-ориентированного заданиями и их обсуждение может быть организовано непосредственно на занятиях. Принципиально важным в этом случае является то, чтобы часть теоретического курса, на которой базируется практико-ориентированное задание, была бы прочитана и проработана студентами.

Максимальная польза из работы над практико-ориентированного заданиями будет извлечена в том случае, если аспиранты при предварительном знакомстве с ними будут придерживаться систематического подхода к их анализу, основные шаги которого представлены ниже:

1. Выпишите из соответствующих разделов учебной дисциплины ключевые идеи, для того, чтобы освежить в памяти теоретические концепции и подходы, которые Вам предстоит использовать при анализе практико-ориентированного задания.
2. Бегло прочтите практико-ориентированное задание, чтобы составить о нем общее представление.
3. Внимательно прочтите вопросы к практико-ориентированное задание и убедитесь в том, что Вы хорошо поняли, что Вас просят сделать.
4. Вновь прочтите текст практико-ориентированного задания, внимательно фиксируя все факторы или проблемы, имеющие отношение к поставленным вопросам.
5. Прикиньте, какие идеи и концепции соотносятся с проблемами, которые Вам предлагается рассмотреть при работе с практико-ориентированное заданием.

¹ Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально -ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://evolkov.net/case/case.study.html/>

Организация обсуждения практико-ориентированного задания предполагает формулирование перед студентами вопросов, включение их в дискуссию. Вопросы обычно подготавливаются заранее и предлагают студентам вместе с текстом практико-ориентированного задания. При разборе учебной ситуации преподаватель может занимать активную или пассивную позицию, иногда он «дирижирует» разбором, а иногда ограничивается подведением итогов дискуссии.

Организация обсуждения практико-ориентированных заданий обычно основывается на двух методах. Первый из них носит название традиционного Гарвардского метода - открытая дискуссия. Альтернативным методом является метод, связанный с индивидуальным или групповым опросом, в ходе которого аспиранты делают формальную устную оценку ситуации и предлагают анализ представленного практико-ориентированного задания, свои решения и рекомендации, т.е. делают презентацию. Этот метод позволяет некоторым студентам минимизировать их учебные усилия, поскольку каждый аспирант опрашивается один-два раза за занятие. Метод развивает у студентов коммуникативные навыки, учит их четко выражать свои мысли. Однако, этот метод менее динамичен, чем Гарвардский метод. В открытой дискуссии организация и контроль участников более сложен.

Дискуссия занимает центральное место в методе. Ее целесообразно использовать в том случае, когда аспиранты обладают значительной степенью зрелости и самостоятельности мышления, умеют аргументировать, доказывать и обосновывать свою точку зрения. Важнейшей характеристикой дискуссии является уровень ее компетентности, который складывается из компетентности ее участников. Неподготовленность студентов к дискуссии делает ее формальной, превращает в процесс вытаскивания ими информации у преподавателя, а не самостоятельное ее добывание.

Особое место в организации дискуссии при обсуждении и анализе практико-ориентированного задания принадлежит использованию метода генерации идей, получившего название «мозговой атаки» или «мозгового штурма».

Метод «мозговой атаки» или «мозгового штурма» был предложен в 30-х годах прошлого столетия А. Осборном как групповой метод решения проблем. К концу XX столетия этот метод приобрел особую популярность в практике управления и обучения не только как самостоятельный метод, но и как использование в процессе деятельности с целью усиления ее продуктивности. В процессе обучения «мозговая атака» выступает в качестве важнейшего средства развития творческой активности студентов. «Мозговая атака» включает в себя три фазы.

Первая фаза представляет собой вхождение в психологическую раскованность, отказ от стереотипности, страха показаться смешным и неудачником; достигается созданием благоприятной психологической обстановки и взаимного доверия, когда идеи теряют авторство, становятся общими. Основная задача этой фазы - успокоиться и расковаться.

Вторая фаза - это собственно атака; задача этой фазы - породить поток, лавину идей. «Мозговая атака» в этой фазе осуществляется по следующим принципам:

- есть идея, - говорю, нет идеи, - не молчу;
- поощряется самое необузданное ассоциирование, чем более дикой покажется идея, тем лучше;
- количество предложенных идей должно быть как можно большим;
- высказанные идеи разрешается заимствовать и как угодно комбинировать, а также видоизменять и улучшать;
- исключается критика, можно высказывать любые мысли без боязни, что их признают плохими, критикующих лишают слова;
- не имеют никакого значения социальные статусы участников; это абсолютная демократия и одновременно авторитаризм сумасшедшей идеи;
- все идеи записываются в протокольный список идей;

- время высказываний - не более 1-2 минут.

Третья фаза представляет собой творческий анализ идей с целью поиска конструктивного решения проблемы по следующим правилам:

- анализировать все идеи без дискриминации какой-либо из них;
- найти место идее в системе и найти систему под идею;
- не умножать сущностей без надобности;
- не должна нарушаться красота и изящество полученного результата;
- должно быть принципиально новое видение;
- ищи «жемчужину в навозе».

В методе мозговая атака применяется при возникновении у группы реальных затруднений в осмыслении ситуации, является средством повышения активности студентов. В этом смысле мозговая атака представляется не как инструмент поиска новых решений, хотя и такая ее роль не исключена, а как своеобразное «подталкивание» к познавательной активности.

Презентация, или представление результатов анализа практико-ориентированного задания, выступает очень важным аспектом метода *case-study*. Умение публично представить интеллектуальный продукт, хорошо его рекламировать, показать его достоинства и возможные направления эффективного использования, а также выстоять под шквалом критики, является очень ценным интегральным качеством современного специалиста. Презентация оттачивает многие глубинные качества личности: волю, убежденность, целенаправленность, достоинство и т.п.; она вырабатывает навыки публичного общения, формирования своего собственного имиджа.

Публичная (устная) презентация предполагает представление решений практико-ориентированного задания группе, она максимально вырабатывает навыки публичной деятельности и участия в дискуссии. Устная презентация обладает свойством кратковременного воздействия на студентов и, поэтому, трудна для восприятия и запоминания. Степень подготовленности выступающего проявляется в спровоцированной им дискуссии: для этого необязательно делать все заявления очевидными и неопровержимыми. Такая подача материала при анализе практико-ориентированного задания может послужить началом дискуссии. При устной презентации необходимо учитывать эмоциональный настрой выступающего: отношение и эмоции говорящего вносят существенный вклад в сообщение. Одним из преимуществ публичной (устной) презентации является ее гибкость. Оратор может откликаться на изменения окружающей обстановки, адаптировать свой стиль и материал, чувствуя настроение аудитории.

Непубличная презентация менее эффективна, но обучающая роль ее весьма велика. Чаще всего непубличная презентация выступает в виде подготовки отчета по выполнению задания, при этом стимулируются такие качества, как умение подготовить текст, точно и аккуратно составить отчет, не допустить ошибки в расчетах и т.д. Подготовка письменного анализа практико-ориентированного задания аналогична подготовке устного, с той разницей, что письменные отчеты-презентации обычно более структурированы и детализированы. Основное правило письменного анализа практико-ориентированного задания заключается в том, чтобы избегать простого повторения информации из текста, информация должна быть представлена в переработанном виде. Самым важным при этом является собственный анализ представленного материала, его соответствующая интерпретация и сделанные предложения. Письменный отчет - презентация может сдаваться по истечении некоторого времени после устной презентации, что позволяет студентам более тщательно проанализировать всю информацию, полученную в ходе дискуссии.

Как письменная, так и устная презентация результатов анализа практико-ориентированного задания может быть групповой и индивидуальной. Отчет может быть индивидуальным или групповым в зависимости от сложности и объема задания. Индивидуальная презентация формирует ответственность, собранность, волю;

групповая - аналитические способности, умение обобщать материал, системно видеть проект.

Оценивание участников дискуссии является важнейшей проблемой обучения посредством метода практико-ориентированного задания. При этом выделяются следующие требования к оцениванию:

- объективность - создание условий, в которых бы максимально точно выявлялись знания обучаемых, предъявление к ним единых требований, справедливое отношение к каждому;
- обоснованность оценок - их аргументация;
- систематичность - важнейший психологический фактор, организующий и дисциплинирующий студентов, формирующий настойчивость и устремленность в достижении цели;
- всесторонность и оптимальность.

Оценивание участников дискуссии предполагает оценивание не столько набора определенных знаний, сколько умения студентов анализировать конкретную ситуацию, принимать решение, логически мыслить.

Следует отметить, что оценивается содержательная активность студента в дискуссии или публичной (устной) презентации, которая включает в себя следующие составляющие:

- выступление, которое характеризует попытку серьезного предварительного анализа (правильность предложений, подготовленность, аргументированность и т.д.);
- обращение внимания на определенный круг вопросов, которые требуют углубленного обсуждения;
- владение категориальным аппаратом, стремление давать определения, выявлять содержание понятий;
- демонстрация умения логически мыслить, если точки зрения, высказанные раньше, подытоживаются и приводят к логическим выводам;
- предложение альтернатив, которые раньше оставались без внимания;
- предложение определенного плана действий или плана воплощения решения;
- определение существенных элементов, которые должны учитываться при анализе практико-ориентированного задания;
- заметное участие в обработке количественных данных, проведении расчетов;
- подведение итогов обсуждения.

При оценивании анализа практико-ориентированного задания, данного студентами при непубличной (письменной) презентации учитывается:

- формулировка и анализ большинства проблем, имеющих в практико-ориентированное задание;
- формулировка собственных выводов на основании информации о практико-ориентированное задание, которые отличаются от выводов других студентов;
- демонстрация адекватных аналитических методов для обработки информации;
- соответствие приведенных в итоге анализа аргументов ранее выявленным проблемам, сделанным выводам, оценкам и использованным аналитическим методам.

2. Методические указания по подготовке к опросу

Самостоятельная работа обучающихся включает подготовку к устному или письменному опросу на семинарских занятиях. Для этого обучающийся изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

Письменный опрос

В соответствии с технологической картой письменный опрос является одной из форм текущего контроля успеваемости студента по данной дисциплине. При подготовке к письменному опросу студент должен внимательно изучать лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

При изучении материала студент должен убедиться, что хорошо понимает основную терминологию темы, умеет ее использовать в нужном контексте. Желательно составить краткий конспект ответа на предполагаемые вопросы письменной работы, чтобы убедиться в том, что студент владеет материалом и может аргументировано, логично и грамотно письменно изложить ответ на вопрос. Следует обратить особое внимание на написание профессиональных терминов, чтобы избежать грамматических ошибок в работе. При изучении новой для студента терминологии рекомендуется изготовить карточки, которые содержат новый термин и его расшифровку, что значительно облегчит работу над материалом.

Устный опрос

Целью устного собеседования являются обобщение и закрепление изученного курса. Студентам предлагаются для освещения сквозные концептуальные проблемы. При подготовке следует использовать лекционный материал и учебную литературу. Для более глубокого постижения курса и более основательной подготовки рекомендуется познакомиться с указанной дополнительной литературой. Готовясь к семинару, студент должен, прежде всего, ознакомиться с общим планом семинарского занятия. Следует внимательно прочесть свой конспект лекции по изучаемой теме и рекомендуемую к теме семинара литературу. С незнакомыми терминами и понятиями следует ознакомиться в предлагаемом глоссарии, словаре или энциклопедии².

Критерии качества устного ответа.

1. Правильность ответа по содержанию.
2. Полнота и глубина ответа.
3. Сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала).
4. Логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться профессиональной терминологией).
5. Рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели).
6. Своевременности и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе).
7. Использование дополнительного материала (приветствуется, но не обязательно для всех студентов).

²Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii_dlya_studentov_21.pdf

8. Рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей студентов)³.

Ответ на каждый вопрос из плана семинарского занятия должен быть содержательным и аргументированным. Для этого следует использовать документы, монографическую, учебную и справочную литературу.

Для успешной подготовки к устному опросу, студент должен законспектировать рекомендуемую литературу, внимательно осмыслить лекционный материал и сделать выводы. В среднем, подготовка к устному опросу по одному семинарскому занятию занимает от 2 до 4 часов в зависимости от сложности темы и особенностей организации обучающимся своей самостоятельной работы.

3. Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям

На практических занятиях необходимо стремиться к самостоятельному решению задач, находя для этого более эффективные методы. При этом студентам надо приучить себя доводить решения задач до конечного «идеального» ответа. Это очень важно для

³Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]:
http://priab.ru/images/metod_agro/Metod_Inostran_yazyk_35.03.04_Agro_15.01.2016.pdf

будущих специалистов. Практические занятия вырабатывают навыки самостоятельной творческой работы, развивают мыслительные способности.

Практическое занятие – активная форма учебного процесса, дополняющая теоретический курс или лекционную часть учебной дисциплины и призванная помочь обучающимся освоиться в «пространстве» (тематике) дисциплины, самостоятельно прооперировать теоретическими знаниями на конкретном учебном материале.

Продолжительность одного практического занятия – от 2 до 4 академических часов. Общая доля практических занятий в учебном времени на дисциплину – от 10 до 20 процентов (при условии, что все активные формы займут в учебном времени на дисциплину от 40 до 60 процентов).

Для практического занятия в качестве темы выбирается обычно такая учебная задача, которая предполагает не существенные эвристические и аналитические напряжения и продвижения, а потребность обучающегося «потрогать» материал, опознать в конкретном то общее, о чем говорилось в лекции. Например, при рассмотрении вопросов оплаты труда, мотивации труда и проблем безработицы в России имеет смысл провести практические занятия со следующими сюжетами заданий: «Расчет заработной платы работников предприятия». «Разработка механизма мотивации труда на предприятии N». «В чем причины и особенности безработицы в России?». Последняя тема предполагает уже некоторую аналитическую составляющую. Основная задача первой из этих тем - самим посчитать заработную плату для различных групп работников на примере заданных параметров для конкретного предприятия, т. е. сделать расчеты «как на практике»; второй – дать собственный вариант мотивационной политики для предприятия, учитывая особенности данного объекта, отрасли и т.д.; третьей – опираясь на теоретические знания в области проблем занятости и безработицы, а также статистические материалы, сделать авторские выводы о видах безработицы, характерных для России, и их причинах, а также предложить меры по минимизации безработицы.

Перед проведением занятия должен быть подготовлен специальный материал – тот объект, которым обучающиеся станут оперировать, активизируя свои теоретические (общие) знания и тем самым, приобретая навыки выработки уверенных суждений и осуществления конкретных действий.

Дополнительный материал для практического занятия лучше получить у преподавателя заранее, чтобы у студентов была возможность просмотреть его и подготовить вопросы.

Условия должны быть такими, чтобы каждый мог работать самостоятельно от начала до конца. В аудитории должны быть «под рукой» необходимые справочники и тексты законов и нормативных актов по тематике занятия. Чтобы сделать практическое занятие максимально эффективным, надо заранее подготовить и изучить материал по наиболее интересным и практически важным темам.

Особенности практического занятия с использованием компьютера

Для того чтобы повысить эффективность проведения практического занятия, может использоваться компьютер по следующим направлениям:

- поиск информации в Интернете по поставленной проблеме: в этом случае преподаватель представляет обучающимся перечень рекомендуемых для посещения Интернет-сайтов;
- использование прикладных обучающих программ;
- выполнение заданий с использованием обучающимися заранее установленных преподавателем программ;
- использование программного обеспечения при проведении занятий, связанных с моделированием социально-экономических процессов.

4. Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям

Семинар представляет собой комплексную форму и завершающее звено в изучении определенных тем, предусмотренных программой учебной дисциплины. Комплексность данной формы занятий определяется тем, что в ходе её проведения сочетаются выступления обучающихся и преподавателя: рассмотрение обсуждаемой проблемы и анализ различных, часто дискуссионных позиций; обсуждение мнений обучающихся и разъяснение (консультация) преподавателя; углубленное изучение теории и приобретение навыков умения ее использовать в практической работе.

По своему назначению семинар, в процессе которого обсуждается та или иная научная проблема, способствует:

- углубленному изучению определенного раздела учебной дисциплины, закреплению знаний;
- отработке методологии и методических приемов познания;
- выработке аналитических способностей, умения обобщения и формулирования выводов;
- приобретению навыков использования научных знаний в практической деятельности;
- выработке умения кратко, аргументированно и ясно излагать обсуждаемые вопросы;
- осуществлению контроля преподавателя за ходом обучения.

Семинары представляет собой дискуссию в пределах обсуждаемой темы (проблемы). Дискуссия помогает участникам семинара приобрести более совершенные знания, проникнуть в суть изучаемых проблем. Выработать методологию, овладеть методами анализа социально-экономических процессов. Обсуждение должно носить творческий характер с четкой и убедительной аргументацией.

По своей структуре семинар начинается со вступительного слова преподавателя, в котором кратко излагаются место и значение обсуждаемой темы (проблемы) в данной дисциплине, напоминаются порядок и направления ее обсуждения. Конкретизируется ранее известный обучающимся план проведения занятия. После этого начинается процесс обсуждения вопросов обучающимися. Завершается занятие заключительным словом преподавателя.

Проведение семинарских занятий в рамках учебной группы (20 - 25 человек) позволяет обеспечить активное участие в обсуждении проблемы всех присутствующих.

По ходу обсуждения темы помните, что изучение теории должно быть связано с определением (выработкой) средств, путей применения теоретических положений в практической деятельности, например, при выполнении функций государственного служащего. В то же время важно не свести обсуждение научной проблемы только к пересказу случаев из практики работы, к критике имеющих место недостатков. Дискуссии имеют важное значение: учат дисциплине ума, умению выступать по существу, мыслить логически, выделяя главное, критически оценивать выступления участников семинара.

В процессе проведения семинара обучающиеся могут использовать разнообразные по своей форме и характеру пособия (от доски смелом до самых современных технических средств), демонстрируя фактический, в том числе статистический материал, убедительно подтверждающий теоретические выводы и положения. В завершение обсудите результаты работы семинара и сделайте выводы, что хорошо усвоено, а над чем следует дополнительно поработать.

В целях эффективности семинарских занятий необходима обстоятельная подготовка к их проведению. В начале семестра (учебного года) возьмите в библиотеке необходимые методические материалы для своевременной подготовки к семинарам. Во время лекций, связанных с темой семинарского занятия, следует обращать внимание на то, что необходимо дополнительно изучить при подготовке к семинару (новые официальные документы, статьи в периодических журналах, вновь вышедшие монографии и т.д.).

5. Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов

Экзамен - одна из важнейших частей учебного процесса, имеющая огромное значение.

Во-первых, готовясь к экзамену, студент приводит в систему знания, полученные на лекциях, семинарах, практических и лабораторных занятиях, разбирается в том, что осталось непонятным, и тогда изучаемая им дисциплина может быть воспринята в полном объеме с присущей ей строгостью и логичностью, ее практической направленностью. А это чрезвычайно важно для будущего специалиста.

Во-вторых, каждый хочет быть волевым и сообразительным, выдержанным и целеустремленным, иметь хорошую память, научиться быстро находить наиболее рациональное решение в трудных ситуациях. Очевидно, что все эти качества не только украшают человека, но и делают его наиболее действенным членом коллектива. Подготовка и сдача экзамена помогают студенту глубже усвоить изучаемые дисциплины, приобрести навыки и качества, необходимые хорошему специалисту.

Конечно, успех на экзамене во многом обусловлен тем, насколько систематически и глубоко работал студент в течение семестра. Совершенно очевидно, что серьезно продумать и усвоить содержание изучаемых дисциплин за несколько дней подготовки к экзамену просто невозможно даже для очень способного студента. И, кроме того, хорошо известно, что быстро выученные на память разделы учебной дисциплины так же быстро забываются после сдачи экзамена.

При подготовке к экзамену студенты не только повторяют и дорабатывают материал дисциплины, которую они изучали в течение семестра, они обобщают полученные знания, осмысливают методологию предмета, его систему, выделяют в нем основное и главное, воспроизводят общую картину с тем, чтобы яснее понять связь между отдельными элементами дисциплины. Вся эта обобщающая работа проходит в условиях напряжения воли и сознания, при значительном отвлечении от повседневной жизни, т. е. в условиях, благоприятствующих пониманию и запоминанию.

Подготовка к экзаменам состоит в приведении в порядок своих знаний. Даже самые способные студенты не в состоянии в короткий период зачетно-экзаменационной сессии усвоить материал целого семестра, если они над ним не работали в свое время. Для тех, кто мало занимался в семестре, экзамены принесут мало пользы: что быстро пройдено, то быстро и забудется. И хотя в некоторых случаях студент может «проскочить» через экзаменационный барьер, в его подготовке останется серьезный пробел, трудно восполняемый впоследствии.

Определив назначение и роль экзаменов в процессе обучения, попытаемся на этой основе пояснить, как лучше готовиться к ним.

Экзаменам, как правило, предшествует защита курсовых работ (проектов) и сдача зачетов. К экзаменам допускаются только студенты, защитившие все курсовые работы (проекты) и сдавшие все зачеты. В вузе сдача зачетов организована так, что при систематической работе в течение семестра, своевременной и успешной сдаче всех текущих работ, предусмотренных графиком учебного процесса, большая часть зачетов не вызывает повышенной трудности у студента. Студенты, работавшие в семестре по плану, подходят к экзаменационной сессии без напряжения, без излишней затраты сил в последнюю, «зачетную» неделю.

Подготовку к экзамену следует начинать с первого дня изучения дисциплины. Как правило, на лекциях подчеркиваются наиболее важные и трудные вопросы или разделы дисциплины, требующие внимательного изучения и обдумывания. Нужно эти вопросы выделить и обязательно постараться разобраться в них, не дожидаясь экзамена, проработать их, готовясь к семинарам, практическим или лабораторным занятиям, попробовать самостоятельно решить несколько типовых задач. И если, несмотря на это, часть материала осталась неувоенной, ни в коем случае нельзя успокаиваться, надеясь на

то, что это не попадет на экзамене. Факты говорят об обратном; если те или другие вопросы учебной дисциплины не вошли в экзаменационный билет, преподаватель может их задать (и часто задает) в виде дополнительных вопросов.

Точно такое же отношение должно быть выработано к вопросам и задачам, перечисленным в программе учебной дисциплины, выдаваемой студентам в начале семестра. Обычно эти же вопросы и аналогичные задачи содержатся в экзаменационных билетах. Не следует оставлять без внимания ни одного раздела дисциплины: если не удалось в чем-то разобраться самому, нужно обратиться к товарищам; если и это не помогло выяснить какой-либо вопрос до конца, нужно обязательно задать этот вопрос преподавателю на предэкзаменационной консультации. Чрезвычайно важно приучить себя к умению самостоятельно мыслить, учиться думать, понимать суть дела. Очень полезно после проработки каждого раздела восстановить в памяти содержание изученного материала. кратко записав это на листе бумаги. создать карту памяти (умственную карту), изобразить необходимые схемы и чертежи (логико-графические схемы), например, отобразить последовательность вывода теоремы или формулы. Если этого не сделать, то большая часть материала останется не понятой, а лишь формально заученной, и при первом же вопросе экзаменатора студент убедится в том, насколько поверхностно он усвоил материал.

В период экзаменационной сессии происходит резкое изменение режима работы, отсутствует посещение занятий по расписанию. При всяком изменении режима работы очень важно скорее приспособиться к новым условиям. Поэтому нужно сразу выбрать такой режим работы, который сохранился бы в течение всей сессии, т. е. почти на месяц. Необходимо составить для себя новый распорядок дня, чередуя занятия с отдыхом. Для того чтобы сократить потерю времени на включение в работу, рабочие периоды целесообразно делать длительными, разделив день примерно на три части: с утра до обеда, с обеда до ужина и от ужина до сна.

Каждый рабочий период дня надо заканчивать отдыхом. Наилучший отдых в период экзаменационной сессии - прогулка, кратковременная пробежка или какой-либо неустойчивый физический труд.

При подготовке к экзаменам основное направление дают программа учебной дисциплины и студенческий конспект, которые указывают, что наиболее важно знать и уметь делать. Основной материал должен прорабатываться по учебнику (если такой имеется) и учебным пособиям, так как конспекта далеко недостаточно для изучения дисциплины. Учебник должен быть изучен в течение семестра, а перед экзаменом сосредоточьте внимание на основных, наиболее сложных разделах. Подготовку по каждому разделу следует заканчивать восстановлением по памяти его краткого содержания в логической последовательности.

За один - два дня до экзамена назначается консультация. Если ее правильно использовать, она принесет большую пользу. Во время консультации студент имеет полную возможность получить ответ на нее и ясные ему вопросы. А для этого он должен проработать до консультации все темы дисциплины. Кроме того, преподаватель будет отвечать на вопросы других студентов, что будет для вас повторением и закреплением знаний. И еще очень важное обстоятельство: преподаватель на консультации, как правило, обращает внимание на те вопросы, по которым на предыдущих экзаменах ответы были неудовлетворительными, а также фиксирует внимание на наиболее трудных темах дисциплины. Некоторые студенты не приходят на консультации либо потому, что считают, что у них нет вопросов к преподавателю, либо полагают, что у них и так мало времени и лучше самому прочитать материал в конспекте или в учебнике. Это глубокое заблуждение. Никакая другая работа не сможет принести столь значительного эффекта накануне экзамена, как консультация преподавателя.

Но консультация не может возместить отсутствия длительной работы в течение семестра и помочь за несколько часов освоить материал, требующийся к экзамену. На консультации студент получает ответы на трудные или оставшиеся неясными вопросы и, следовательно, дорабатывается материал. Консультации рекомендуется посещать,

подготовив к ним все вопросы, вызывающие сомнения. Если студент придет на консультацию, не проработав всего материала, польза от такой консультации будет невелика.

Очень важным условием для правильного режима работы в период экзаменационной сессии является нормальный сон. Подготовка к экзамену не должна идти в ущерб сну, иначе в день экзамена не будет чувства свежести и бодрости, необходимых для хороших ответов. Вечер накануне экзамена рекомендуем закончить небольшой прогулкой.

Итак, *основные советы* для подготовки к сдаче зачетов и экзаменов состоят в следующем:

- лучшая подготовка к зачетам и экзаменам - равномерная работа в течение всего семестра;
- используйте программы учебных дисциплин - это организует вашу подготовку к зачетам и экзаменам;
- учитывайте, что для полноценного изучения учебной дисциплины необходимо время;
- составляйте планы работы во времени;
- работайте равномерно и ритмично;
- курсовые работы (проекты) желательно защищать за одну - две недели до начала зачетно-экзаменационной сессии;
- все зачеты необходимо сдавать до начала экзаменационной сессии;
- помните, что конспект не заменяет учебник и учебные пособия, а помогает выбрать из него основные вопросы и ответы;
- при подготовке наибольшее внимание и время уделяйте трудным и непонятным вопросам учебной дисциплины;
- грамотно используйте консультации;
- соблюдайте правильный режим труда и отдыха во время сессии, это сохранит работоспособность и даст хорошие результаты;
- учитесь владеть собой на зачете и экзамене;
- учитесь точно и кратко передавать свои мысли, поясняя их, если нужно, логико-графическими схемами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методические указания по выполнению самостоятельной работы обучающихся являются неотъемлемой частью процесса обучения в вузе. Правильная организация самостоятельной работы позволяет обучающимся развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, способствует формированию навыков совершенствования профессионального мастерства. Также внеаудиторное время включает в себя подготовку к аудиторным занятиям и изучение отдельных тем, расширяющих и углубляющих представления обучающихся по разделам изучаемой дисциплины.

Таким образом, обучающийся используя методические указания может в достаточном объеме усвоить и успешно реализовать конкретные знания, умения, навыки и получить опыт при выполнении следующих условий:

- 1) систематическая самостоятельная работа по закреплению полученных знаний и навыков;
- 2) добросовестное выполнение заданий;
- 3) выяснение и уточнение отдельных предпосылок, умозаключений и выводов, содержащихся в учебном курсе;
- 4) сопоставление точек зрения различных авторов по затрагиваемым в учебном курсе проблемам; выявление неточностей и некорректного изложения материала в периодической и специальной литературе;
- 5) периодическое ознакомление с последними теоретическими и практическими достижениями в области управления персоналом;
- 6) проведение собственных научных и практических исследований по одной или нескольким актуальным проблемам;
- 7) подготовка научных статей для опубликования в периодической печати, выступление на научно-практических конференциях, участие в работе студенческих научных обществ, круглых столах и диспутах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брандес М. П. Немецкий язык. Переводческое реферирование: практикум. М.: КДУ, 2008. – 368с.
2. Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально-ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://evolkov.net/case/case.study.html>
3. Методические рекомендации по написанию реферата. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.hse.spb.ru/edu/recommendations/method-referat-2005.phtml>
4. Фролова Н. А. Реферирование и аннотирование текстов по специальности: Учеб.пособие / ВолгГТУ, Волгоград, 2006. - С.5.
5. Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii_dlya_studentov_21.pdf

Проректор по учебно-методическому
комплексу **С.А. Угоров**



МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

ФТД.03 ОСНОВЫ СОЦИАЛЬНОЙ АДАПТАЦИИ И ПРАВОВЫХ ЗНАНИЙ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль)
Электрификация и автоматизация горного производства

Одобрена на заседании кафедры

Управления персоналом

(название кафедры)

Зав. кафедрой

Ветош
(подпись)

Ветошкина Т.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 10.09.2023

(Дата)

Рассмотрена методической комиссией

Горно-механического факультета

(название факультета)

Председатель

Осипов
(подпись)

Осипов П.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 20.10.2023

(Дата)

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1 Методические рекомендации по решению практико-ориентированных заданий	5
2 Методические указания по подготовке к опросу	9
3 Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям	11
4 Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям	13
5 Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов	14
Заключение	17
Список использованных источников	18

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа студентов может рассматриваться как организационная форма обучения - система педагогических условий, обеспечивающих управление учебной деятельностью студентов по освоению знаний и умений в области учебной и научной деятельности без посторонней помощи.

Самостоятельная работа студентов проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирования практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развития исследовательских умений;
- получения навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные студентами работы и т. п.

Подразумевается несколько категорий видов самостоятельной работы студентов, значительная часть которых нашла отражения в данных методических рекомендациях:

- работа с источниками литературы и официальными документами (*использование библиотечно-информационной системы*);
- выполнение заданий для самостоятельной работы в рамках учебных дисциплин (*рефераты, эссе, домашние задания, решения практико-ориентированных заданий*);

- реализация элементов научно-педагогической практики (*разработка методических материалов, тестов, тематических портфолио*);
- реализация элементов научно-исследовательской практики (*подготовка текстов докладов, участие в исследованиях*).

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов online и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита творческих работ и электронных презентаций и др.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

1. Методические рекомендации по решению практико-ориентированных заданий

Практико-ориентированные задания - метод анализа ситуаций. Суть его заключается в том, что студентам предлагают осмыслить реальную жизненную ситуацию, описание которой одновременно отражает не только какую-либо практическую проблему, но и актуализирует определенный комплекс знаний, который необходимо усвоить при разрешении данной проблемы. При этом сама проблема не имеет однозначных решений.

Использование метода практико-ориентированного задания как образовательной технологии профессионально-ориентированного обучения представляет собой сложный процесс, плохо поддающийся алгоритмизации¹. Формально можно выделить следующие этапы:

- ознакомление студентов с текстом;
- анализ практико-ориентированного задания;
- организация обсуждения практико-ориентированного задания, дискуссии, презентации;
- оценивание участников дискуссии;
- подведение итогов дискуссии.

Ознакомление студентов с текстом практико-ориентированного задания и последующий анализ практико-ориентированного задания чаще всего осуществляются за несколько дней до его обсуждения и реализуются как самостоятельная работа студентов; при этом время, отводимое на подготовку, определяется видом практико-ориентированного задания, его объемом и сложностью.

Общая схема работы с практико-ориентированным заданием на данном этапе может быть представлена следующим образом: в первую очередь следует выявить ключевые проблемы практико-ориентированного задания и понять, какие именно из представленных данных важны для решения; войти в ситуационный контекст практико-ориентированного задания, определить, кто его главные действующие лица, отобрать факты и понятия, необходимые для анализа, понять, какие трудности могут возникнуть при решении задачи; следующим этапом является выбор метода исследования.

Знакомство с небольшими практико-ориентированными заданиями и их обсуждение может быть организовано непосредственно на занятиях. Принципиально важным в этом случае является то, чтобы часть теоретического курса, на которой базируется практико-ориентированное задание, была бы прочитана и проработана студентами.

Максимальная польза из работы над практико-ориентированными заданиями будет извлечена в том случае, если аспиранты при предварительном знакомстве с ними будут придерживаться систематического подхода к их анализу, основные шаги которого представлены ниже:

1. Выпишите из соответствующих разделов учебной дисциплины ключевые идеи, для того, чтобы освежить в памяти теоретические концепции и подходы, которые Вам предстоит использовать при анализе практико-ориентированного задания.
2. Бегло прочтите практико-ориентированное задание, чтобы составить о нем общее представление.
3. Внимательно прочтите вопросы к практико-ориентированному заданию и убедитесь в том, что Вы хорошо поняли, что Вас просят сделать.
4. Вновь прочтите текст практико-ориентированного задания, внимательно фиксируя все факторы или проблемы, имеющие отношение к поставленным вопросам.
5. Прикиньте, какие идеи и концепции соотносятся с проблемами, которые Вам предлагается рассмотреть при работе с практико-ориентированным заданием.

¹ Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально -ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://evolkov.net/case/case.study.html/>

Организация обсуждения практико-ориентированного задания предполагает формулирование перед студентами вопросов, включение их в дискуссию. Вопросы обычно подготавливаются заранее и предлагают студентам вместе с текстом практико-ориентированного задания. При разборе учебной ситуации преподаватель может занимать активную или пассивную позицию, иногда он «дирижирует» разбором, а иногда ограничивается подведением итогов дискуссии.

Организация обсуждения практико-ориентированных заданий обычно основывается на двух методах. Первый из них носит название традиционного Гарвардского метода - открытая дискуссия. Альтернативным методом является метод, связанный с индивидуальным или групповым опросом, в ходе которого аспиранты делают формальную устную оценку ситуации и предлагают анализ представленного практико-ориентированного задания, свои решения и рекомендации, т.е. делают презентацию. Этот метод позволяет некоторым студентам минимизировать их учебные усилия, поскольку каждый аспирант опрашивается один-два раза за занятие. Метод развивает у студентов коммуникативные навыки, учит их четко выражать свои мысли. Однако, этот метод менее динамичен, чем Гарвардский метод. В открытой дискуссии организация и контроль участников более сложен.

Дискуссия занимает центральное место в методе. Ее целесообразно использовать в том случае, когда аспиранты обладают значительной степенью зрелости и самостоятельности мышления, умеют аргументировать, доказывать и обосновывать свою точку зрения. Важнейшей характеристикой дискуссии является уровень ее компетентности, который складывается из компетентности ее участников. Неподготовленность студентов к дискуссии делает ее формальной, превращает в процесс вытаскивания ими информации у преподавателя, а не самостоятельное ее добывание.

Особое место в организации дискуссии при обсуждении и анализе практико-ориентированного задания принадлежит использованию метода генерации идей, получившего название «мозговой атаки» или «мозгового штурма».

Метод «мозговой атаки» или «мозгового штурма» был предложен в 30-х годах прошлого столетия А. Осборном как групповой метод решения проблем. К концу XX столетия этот метод приобрел особую популярность в практике управления и обучения не только как самостоятельный метод, но и как использование в процессе деятельности с целью усиления ее продуктивности. В процессе обучения «мозговая атака» выступает в качестве важнейшего средства развития творческой активности студентов. «Мозговая атака» включает в себя три фазы.

Первая фаза представляет собой вхождение в психологическую раскованность, отказ от стереотипности, страха показаться смешным и неудачником; достигается созданием благоприятной психологической обстановки и взаимного доверия, когда идеи теряют авторство, становятся общими. Основная задача этой фазы - успокоиться и расковаться.

Вторая фаза - это собственно атака; задача этой фазы - породить поток, лавину идей. «Мозговая атака» в этой фазе осуществляется по следующим принципам:

- есть идея, - говорю, нет идеи, - не молчу;
- поощряется самое необузданное ассоциирование, чем более дикой покажется идея, тем лучше;
- количество предложенных идей должно быть как можно большим;
- высказанные идеи разрешается заимствовать и как угодно комбинировать, а также видоизменять и улучшать;
- исключается критика, можно высказывать любые мысли без боязни, что их признают плохими, критикующих лишают слова;
- не имеют никакого значения социальные статусы участников; это абсолютная демократия и одновременно авторитаризм сумасшедшей идеи;
- все идеи записываются в протокольный список идей;

- время высказываний - не более 1-2 минут.

Третья фаза представляет собой творческий анализ идей с целью поиска конструктивного решения проблемы по следующим правилам:

- анализировать все идеи без дискриминации какой-либо из них;
- найти место идее в системе и найти систему под идею;
- не умножать сущностей без надобности;
- не должна нарушаться красота и изящество полученного результата;
- должно быть принципиально новое видение;
- ищи «жемчужину в навозе».

В методе мозговая атака применяется при возникновении у группы реальных затруднений в осмыслении ситуации, является средством повышения активности студентов. В этом смысле мозговая атака представляется не как инструмент поиска новых решений, хотя и такая ее роль не исключена, а как своеобразное «подталкивание» к познавательной активности.

Презентация, или представление результатов анализа практико-ориентированного задания, выступает очень важным аспектом метода *case-study*. Умение публично представить интеллектуальный продукт, хорошо его рекламировать, показать его достоинства и возможные направления эффективного использования, а также выстоять под шквалом критики, является очень ценным интегральным качеством современного специалиста. Презентация оттачивает многие глубинные качества личности: волю, убежденность, целенаправленность, достоинство и т.п.; она вырабатывает навыки публичного общения, формирования своего собственного имиджа.

Публичная (устная) презентация предполагает представление решений практико-ориентированного задания группе, она максимально вырабатывает навыки публичной деятельности и участия в дискуссии. Устная презентация обладает свойством кратковременного воздействия на студентов и, поэтому, трудна для восприятия и запоминания. Степень подготовленности выступающего проявляется в спровоцированной им дискуссии: для этого необязательно делать все заявления очевидными и неопровержимыми. Такая подача материала при анализе практико-ориентированного задания может послужить началом дискуссии. При устной презентации необходимо учитывать эмоциональный настрой выступающего: отношение и эмоции говорящего вносят существенный вклад в сообщение. Одним из преимуществ публичной (устной) презентации является ее гибкость. Оратор может откликаться на изменения окружающей обстановки, адаптировать свой стиль и материал, чувствуя настроение аудитории.

Непубличная презентация менее эффективна, но обучающая роль ее весьма велика. Чаще всего непубличная презентация выступает в виде подготовки отчета по выполнению задания, при этом стимулируются такие качества, как умение подготовить текст, точно и аккуратно составить отчет, не допустить ошибки в расчетах и т.д. Подготовка письменного анализа практико-ориентированного задания аналогична подготовке устного, с той разницей, что письменные отчеты-презентации обычно более структурированы и детализированы. Основное правило письменного анализа практико-ориентированного задания заключается в том, чтобы избегать простого повторения информации из текста, информация должна быть представлена в переработанном виде. Самым важным при этом является собственный анализ представленного материала, его соответствующая интерпретация и сделанные предложения. Письменный отчет - презентация может сдаваться по истечении некоторого времени после устной презентации, что позволяет студентам более тщательно проанализировать всю информацию, полученную в ходе дискуссии.

Как письменная, так и устная презентация результатов анализа практико-ориентированного задания может быть групповой и индивидуальной. Отчет может быть индивидуальным или групповым в зависимости от сложности и объема задания. Индивидуальная презентация формирует ответственность, собранность, волю;

групповая - аналитические способности, умение обобщать материал, системно видеть проект.

Оценивание участников дискуссии является важнейшей проблемой обучения посредством метода практико-ориентированного задания. При этом выделяются следующие требования к оцениванию:

- объективность - создание условий, в которых бы максимально точно выявлялись знания обучаемых, предъявление к ним единых требований, справедливое отношение к каждому;
- обоснованность оценок - их аргументация;
- систематичность - важнейший психологический фактор, организующий и дисциплинирующий студентов, формирующий настойчивость и устремленность в достижении цели;
- всесторонность и оптимальность.

Оценивание участников дискуссии предполагает оценивание не столько набора определенных знаний, сколько умения студентов анализировать конкретную ситуацию, принимать решение, логически мыслить.

Следует отметить, что оценивается содержательная активность студента в дискуссии или публичной (устной) презентации, которая включает в себя следующие составляющие:

- выступление, которое характеризует попытку серьезного предварительного анализа (правильность предложений, подготовленность, аргументированность и т.д.);
- обращение внимания на определенный круг вопросов, которые требуют углубленного обсуждения;
- владение категориальным аппаратом, стремление давать определения, выявлять содержание понятий;
- демонстрация умения логически мыслить, если точки зрения, высказанные раньше, подытоживаются и приводят к логическим выводам;
- предложение альтернатив, которые раньше оставались без внимания;
- предложение определенного плана действий или плана воплощения решения;
- определение существенных элементов, которые должны учитываться при анализе практико-ориентированного задания;
- заметное участие в обработке количественных данных, проведении расчетов;
- подведение итогов обсуждения.

При оценивании анализа практико-ориентированного задания, данного студентами при непубличной (письменной) презентации учитывается:

- формулировка и анализ большинства проблем, имеющих в практико-ориентированное задание;
- формулировка собственных выводов на основании информации о практико-ориентированное задание, которые отличаются от выводов других студентов;
- демонстрация адекватных аналитических методов для обработки информации;
- соответствие приведенных в итоге анализа аргументов ранее выявленным проблемам, сделанным выводам, оценкам и использованным аналитическим методам.

2. Методические указания по подготовке к опросу

Самостоятельная работа обучающихся включает подготовку к устному или письменному опросу на семинарских занятиях. Для этого обучающийся изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

Письменный опрос

В соответствии с технологической картой письменный опрос является одной из форм текущего контроля успеваемости студента по данной дисциплине. При подготовке к письменному опросу студент должен внимательно изучать лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

При изучении материала студент должен убедиться, что хорошо понимает основную терминологию темы, умеет ее использовать в нужном контексте. Желательно составить краткий конспект ответа на предполагаемые вопросы письменной работы, чтобы убедиться в том, что студент владеет материалом и может аргументировано, логично и грамотно письменно изложить ответ на вопрос. Следует обратить особое внимание на написание профессиональных терминов, чтобы избежать грамматических ошибок в работе. При изучении новой для студента терминологии рекомендуется изготовить карточки, которые содержат новый термин и его расшифровку, что значительно облегчит работу над материалом.

Устный опрос

Целью устного собеседования являются обобщение и закрепление изученного курса. Студентам предлагаются для освещения сквозные концептуальные проблемы. При подготовке следует использовать лекционный материал и учебную литературу. Для более глубокого постижения курса и более основательной подготовки рекомендуется познакомиться с указанной дополнительной литературой. Готовясь к семинару, студент должен, прежде всего, ознакомиться с общим планом семинарского занятия. Следует внимательно прочесть свой конспект лекции по изучаемой теме и рекомендуемую к теме семинара литературу. С незнакомыми терминами и понятиями следует ознакомиться в предлагаемом глоссарии, словаре или энциклопедии².

Критерии качества устного ответа.

1. Правильность ответа по содержанию.
2. Полнота и глубина ответа.
3. Сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала).
4. Логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться профессиональной терминологией).
5. Рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели).
6. Своевременности и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе).
7. Использование дополнительного материала (приветствуется, но не обязательно для всех студентов).

²Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii_dlya_studentov_21.pdf

8. Рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей студентов)³.

Ответ на каждый вопрос из плана семинарского занятия должен быть содержательным и аргументированным. Для этого следует использовать документы, монографическую, учебную и справочную литературу.

Для успешной подготовки к устному опросу, студент должен законспектировать рекомендуемую литературу, внимательно осмыслить лекционный материал и сделать выводы. В среднем, подготовка к устному опросу по одному семинарскому занятию занимает от 2 до 4 часов в зависимости от сложности темы и особенностей организации обучающимся своей самостоятельной работы.

3. Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям

На практических занятиях необходимо стремиться к самостоятельному решению задач, находя для этого более эффективные методы. При этом студентам надо приучить себя доводить решения задач до конечного «идеального» ответа. Это очень важно для

³Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]:
http://priab.ru/images/metod_agro/Metod_Inostran_yazyk_35.03.04_Agro_15.01.2016.pdf

будущих специалистов. Практические занятия вырабатывают навыки самостоятельной творческой работы, развивают мыслительные способности.

Практическое занятие – активная форма учебного процесса, дополняющая теоретический курс или лекционную часть учебной дисциплины и призванная помочь обучающимся освоиться в «пространстве» (тематике) дисциплины, самостоятельно прооперировать теоретическими знаниями на конкретном учебном материале.

Продолжительность одного практического занятия – от 2 до 4 академических часов. Общая доля практических занятий в учебном времени на дисциплину – от 10 до 20 процентов (при условии, что все активные формы займут в учебном времени на дисциплину от 40 до 60 процентов).

Для практического занятия в качестве темы выбирается обычно такая учебная задача, которая предполагает не существенные эвристические и аналитические напряжения и продвижения, а потребность обучающегося «потрогать» материал, опознать в конкретном то общее, о чем говорилось в лекции. Например, при рассмотрении вопросов оплаты труда, мотивации труда и проблем безработицы в России имеет смысл провести практические занятия со следующими сюжетами заданий: «Расчет заработной платы работников предприятия». «Разработка механизма мотивации труда на предприятии N». «В чем причины и особенности безработицы в России?». Последняя тема предполагает уже некоторую аналитическую составляющую. Основная задача первой из этих тем - самим посчитать заработную плату для различных групп работников на примере заданных параметров для конкретного предприятия, т. е. сделать расчеты «как на практике»; второй – дать собственный вариант мотивационной политики для предприятия, учитывая особенности данного объекта, отрасли и т.д.; третьей – опираясь на теоретические знания в области проблем занятости и безработицы, а также статистические материалы, сделать авторские выводы о видах безработицы, характерных для России, и их причинах, а также предложить меры по минимизации безработицы.

Перед проведением занятия должен быть подготовлен специальный материал – тот объект, которым обучающиеся станут оперировать, активизируя свои теоретические (общие) знания и тем самым, приобретая навыки выработки уверенных суждений и осуществления конкретных действий.

Дополнительный материал для практического занятия лучше получить у преподавателя заранее, чтобы у студентов была возможность просмотреть его и подготовить вопросы.

Условия должны быть такими, чтобы каждый мог работать самостоятельно от начала до конца. В аудитории должны быть «под рукой» необходимые справочники и тексты законов и нормативных актов по тематике занятия. Чтобы сделать практическое занятие максимально эффективным, надо заранее подготовить и изучить материал по наиболее интересным и практически важным темам.

Особенности практического занятия с использованием компьютера

Для того чтобы повысить эффективность проведения практического занятия, может использоваться компьютер по следующим направлениям:

- поиск информации в Интернете по поставленной проблеме: в этом случае преподаватель представляет обучающимся перечень рекомендуемых для посещения Интернет-сайтов;
- использование прикладных обучающих программ;
- выполнение заданий с использованием обучающимися заранее установленных преподавателем программ;
- использование программного обеспечения при проведении занятий, связанных с моделированием социально-экономических процессов.

4. Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям

Семинар представляет собой комплексную форму и завершающее звено в изучении определенных тем, предусмотренных программой учебной дисциплины. Комплексность данной формы занятий определяется тем, что в ходе её проведения сочетаются выступления обучающихся и преподавателя: рассмотрение обсуждаемой проблемы и анализ различных, часто дискуссионных позиций; обсуждение мнений обучающихся и разъяснение (консультация) преподавателя; углубленное изучение теории и приобретение навыков умения ее использовать в практической работе.

По своему назначению семинар, в процессе которого обсуждается та или иная научная проблема, способствует:

- углубленному изучению определенного раздела учебной дисциплины, закреплению знаний;
- отработке методологии и методических приемов познания;
- выработке аналитических способностей, умения обобщения и формулирования выводов;
- приобретению навыков использования научных знаний в практической деятельности;
- выработке умения кратко, аргументированно и ясно излагать обсуждаемые вопросы;
- осуществлению контроля преподавателя за ходом обучения.

Семинары представляет собой дискуссию в пределах обсуждаемой темы (проблемы). Дискуссия помогает участникам семинара приобрести более совершенные знания, проникнуть в суть изучаемых проблем. Выработать методологию, овладеть методами анализа социально-экономических процессов. Обсуждение должно носить творческий характер с четкой и убедительной аргументацией.

По своей структуре семинар начинается со вступительного слова преподавателя, в котором кратко излагаются место и значение обсуждаемой темы (проблемы) в данной дисциплине, напоминаются порядок и направления ее обсуждения. Конкретизируется ранее известный обучающимся план проведения занятия. После этого начинается процесс обсуждения вопросов обучающимися. Завершается занятие заключительным словом преподавателя.

Проведение семинарских занятий в рамках учебной группы (20 - 25 человек) позволяет обеспечить активное участие в обсуждении проблемы всех присутствующих.

По ходу обсуждения темы помните, что изучение теории должно быть связано с определением (выработкой) средств, путей применения теоретических положений в практической деятельности, например, при выполнении функций государственного служащего. В то же время важно не свести обсуждение научной проблемы только к пересказу случаев из практики работы, к критике имеющих место недостатков. Дискуссии имеют важное значение: учат дисциплине ума, умению выступать по существу, мыслить логически, выделяя главное, критически оценивать выступления участников семинара.

В процессе проведения семинара обучающиеся могут использовать разнообразные по своей форме и характеру пособия (от доски смелом до самых современных технических средств), демонстрируя фактический, в том числе статистический материал, убедительно подтверждающий теоретические выводы и положения. В завершение обсудите результаты работы семинара и сделайте выводы, что хорошо усвоено, а над чем следует дополнительно поработать.

В целях эффективности семинарских занятий необходима обстоятельная подготовка к их проведению. В начале семестра (учебного года) возьмите в библиотеке необходимые методические материалы для своевременной подготовки к семинарам. Во время лекций, связанных с темой семинарского занятия, следует обращать внимание на то, что необходимо дополнительно изучить при подготовке к семинару (новые официальные документы, статьи в периодических журналах, вновь вышедшие монографии и т.д.).

5. Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов

Экзамен - одна из важнейших частей учебного процесса, имеющая огромное значение.

Во-первых, готовясь к экзамену, студент приводит в систему знания, полученные на лекциях, семинарах, практических и лабораторных занятиях, разбирается в том, что осталось непонятным, и тогда изучаемая им дисциплина может быть воспринята в полном объеме с присущей ей строгостью и логичностью, ее практической направленностью. А это чрезвычайно важно для будущего специалиста.

Во-вторых, каждый хочет быть волевым и сообразительным., выдержанным и целеустремленным, иметь хорошую память, научиться быстро находить наиболее рациональное решение в трудных ситуациях. Очевидно, что все эти качества не только украшают человека, но и делают его наиболее действенным членом коллектива. Подготовка и сдача экзамена помогают студенту глубже усвоить изучаемые дисциплины, приобрести навыки и качества, необходимые хорошему специалисту.

Конечно, успех на экзамене во многом обусловлен тем, насколько систематически и глубоко работал студент в течение семестра. Совершенно очевидно, что серьезно продумать и усвоить содержание изучаемых дисциплин за несколько дней подготовки к экзамену просто невозможно даже для очень способного студента. И, кроме того, хорошо известно, что быстро выученные на память разделы учебной дисциплины так же быстро забываются после сдачи экзамена.

При подготовке к экзамену студенты не только повторяют и дорабатывают материал дисциплины, которую они изучали в течение семестра, они обобщают полученные знания, осмысливают методологию предмета, его систему, выделяют в нем основное и главное, воспроизводят общую картину с тем, чтобы яснее понять связь между отдельными элементами дисциплины. Вся эта обобщающая работа проходит в условиях напряжения воли и сознания, при значительном отвлечении от повседневной жизни, т. е. в условиях, благоприятствующих пониманию и запоминанию.

Подготовка к экзаменам состоит в приведении в порядок своих знаний. Даже самые способные студенты не в состоянии в короткий период зачетно-экзаменационной сессии усвоить материал целого семестра, если они над ним не работали в свое время. Для тех, кто мало занимался в семестре, экзамены принесут мало пользы: что быстро пройдено, то быстро и забудется. И хотя в некоторых случаях студент может «проскочить» через экзаменационный барьер, в его подготовке останется серьезный пробел, трудно восполняемый впоследствии.

Определив назначение и роль экзаменов в процессе обучения, попытаемся на этой основе пояснить, как лучше готовиться к ним.

Экзаменам, как правило, предшествует защита курсовых работ (проектов) и сдача зачетов. К экзаменам допускаются только студенты, защитившие все курсовые работы (проекты) и сдавшие все зачеты. В вузе сдача зачетов организована так, что при систематической работе в течение семестра, своевременной и успешной сдаче всех текущих работ, предусмотренных графиком учебного процесса, большая часть зачетов не вызывает повышенной трудности у студента. Студенты, работавшие в семестре по плану, подходят к экзаменационной сессии без напряжения, без излишней затраты сил в последнюю, «зачетную» неделю.

Подготовку к экзамену следует начинать с первого дня изучения дисциплины. Как правило, на лекциях подчеркиваются наиболее важные и трудные вопросы или разделы дисциплины, требующие внимательного изучения и обдумывания. Нужно эти вопросы выделить и обязательно постараться разобраться в них, не дожидаясь экзамена, проработать их, готовясь к семинарам, практическим или лабораторным занятиям, попробовать самостоятельно решить несколько типовых задач. И если, несмотря на это, часть материала осталась неувоенной, ни в коем случае нельзя успокаиваться, надеясь на

то, что это не попадет на экзамене. Факты говорят об обратном; если те или другие вопросы учебной дисциплины не вошли в экзаменационный билет, преподаватель может их задать (и часто задает) в виде дополнительных вопросов.

Точно такое же отношение должно быть выработано к вопросам и задачам, перечисленным в программе учебной дисциплины, выдаваемой студентам в начале семестра. Обычно эти же вопросы и аналогичные задачи содержатся в экзаменационных билетах. Не следует оставлять без внимания ни одного раздела дисциплины: если не удалось в чем-то разобраться самому, нужно обратиться к товарищам; если и это не помогло выяснить какой-либо вопрос до конца, нужно обязательно задать этот вопрос преподавателю на предэкзаменационной консультации. Чрезвычайно важно приучить себя к умению самостоятельно мыслить, учиться думать, понимать суть дела. Очень полезно после проработки каждого раздела восстановить в памяти содержание изученного материала, кратко записав это на листе бумаги, создать карту памяти (умственную карту), изобразить необходимые схемы и чертежи (логико-графические схемы), например, отобразить последовательность вывода теоремы или формулы. Если этого не сделать, то большая часть материала останется не понятой, а лишь формально заученной, и при первом же вопросе экзаменатора студент убедится в том, насколько поверхностно он усвоил материал.

В период экзаменационной сессии происходит резкое изменение режима работы, отсутствует посещение занятий по расписанию. При всяком изменении режима работы очень важно скорее приспособиться к новым условиям. Поэтому нужно сразу выбрать такой режим работы, который сохранился бы в течение всей сессии, т. е. почти на месяц. Необходимо составить для себя новый распорядок дня, чередуя занятия с отдыхом. Для того чтобы сократить потерю времени на включение в работу, рабочие периоды целесообразно делать длительными, разделив день примерно на три части: с утра до обеда, с обеда до ужина и от ужина до сна.

Каждый рабочий период дня надо заканчивать отдыхом. Наилучший отдых в период экзаменационной сессии - прогулка, кратковременная пробежка или какой-либо неустойчивый физический труд.

При подготовке к экзаменам основное направление дают программа учебной дисциплины и студенческий конспект, которые указывают, что наиболее важно знать и уметь делать. Основной материал должен прорабатываться по учебнику (если такой имеется) и учебным пособиям, так как конспекта далеко недостаточно для изучения дисциплины. Учебник должен быть изучен в течение семестра, а перед экзаменом сосредоточьте внимание на основных, наиболее сложных разделах. Подготовку по каждому разделу следует заканчивать восстановлением по памяти его краткого содержания в логической последовательности.

За один - два дня до экзамена назначается консультация. Если ее правильно использовать, она принесет большую пользу. Во время консультации студент имеет полную возможность получить ответ на нее и ясные ему вопросы. А для этого он должен проработать до консультации все темы дисциплины. Кроме того, преподаватель будет отвечать на вопросы других студентов, что будет для вас повторением и закреплением знаний. И еще очень важное обстоятельство: преподаватель на консультации, как правило, обращает внимание на те вопросы, по которым на предыдущих экзаменах ответы были неудовлетворительными, а также фиксирует внимание на наиболее трудных темах дисциплины. Некоторые студенты не приходят на консультации либо потому, что считают, что у них нет вопросов к преподавателю, либо полагают, что у них и так мало времени и лучше самому прочитать материал в конспекте или в учебнике. Это глубокое заблуждение. Никакая другая работа не сможет принести столь значительного эффекта накануне экзамена, как консультация преподавателя.

Но консультация не может возместить отсутствия длительной работы в течение семестра и помочь за несколько часов освоить материал, требующийся к экзамену. На консультации студент получает ответы на трудные или оставшиеся неясными вопросы и, следовательно, дорабатывается материал. Консультации рекомендуется посещать,

подготовив к ним все вопросы, вызывающие сомнения. Если студент придет на консультацию, не проработав всего материала, польза от такой консультации будет невелика.

Очень важным условием для правильного режима работы в период экзаменационной сессии является нормальный сон. Подготовка к экзамену не должна идти в ущерб сну, иначе в день экзамена не будет чувства свежести и бодрости, необходимых для хороших ответов. Вечер накануне экзамена рекомендуем закончить небольшой прогулкой.

Итак, *основные советы* для подготовки к сдаче зачетов и экзаменов состоят в следующем:

- лучшая подготовка к зачетам и экзаменам - равномерная работа в течение всего семестра;
- используйте программы учебных дисциплин - это организует вашу подготовку к зачетам и экзаменам;
- учитывайте, что для полноценного изучения учебной дисциплины необходимо время;
- составляйте планы работы во времени;
- работайте равномерно и ритмично;
- курсовые работы (проекты) желательно защищать за одну - две недели до начала зачетно-экзаменационной сессии;
- все зачеты необходимо сдавать до начала экзаменационной сессии;
- помните, что конспект не заменяет учебник и учебные пособия, а помогает выбрать из него основные вопросы и ответы;
- при подготовке наибольшее внимание и время уделяйте трудным и непонятным вопросам учебной дисциплины;
- грамотно используйте консультации;
- соблюдайте правильный режим труда и отдыха во время сессии, это сохранит работоспособность и даст хорошие результаты;
- учитесь владеть собой на зачете и экзамене;
- учитесь точно и кратко передавать свои мысли, поясняя их, если нужно, логико-графическими схемами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методические указания по выполнению самостоятельной работы обучающихся являются неотъемлемой частью процесса обучения в вузе. Правильная организация самостоятельной работы позволяет обучающимся развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, способствует формированию навыков совершенствования профессионального мастерства. Также внеаудиторное время включает в себя подготовку к аудиторным занятиям и изучение отдельных тем, расширяющих и углубляющих представления обучающихся по разделам изучаемой дисциплины.

Таким образом, обучающийся используя методические указания может в достаточном объеме усвоить и успешно реализовать конкретные знания, умения, навыки и получить опыт при выполнении следующих условий:

- 1) систематическая самостоятельная работа по закреплению полученных знаний и навыков;
- 2) добросовестное выполнение заданий;
- 3) выяснение и уточнение отдельных предпосылок, умозаключений и выводов, содержащихся в учебном курсе;
- 4) сопоставление точек зрения различных авторов по затрагиваемым в учебном курсе проблемам; выявление неточностей и некорректного изложения материала в периодической и специальной литературе;
- 5) периодическое ознакомление с последними теоретическими и практическими достижениями;
- 6) проведение собственных научных и практических исследований по одной или нескольким актуальным проблемам;
- 7) подготовка научных статей для опубликования в периодической печати, выступление на научно-практических конференциях, участие в работе студенческих научных обществ, круглых столах и диспутах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брандес М. П. Немецкий язык. Переводческое реферирование: практикум. М.: КДУ, 2008. – 368с.
2. Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально-ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://evolkov.net/case/case.study.html>
3. Методические рекомендации по написанию реферата. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.hse.spb.ru/edu/recommendations/method-referat-2005.phtml>
4. Фролова Н. А. Реферирование и аннотирование текстов по специальности: Учеб. пособие / ВолгГТУ, Волгоград, 2006. - С.5.
5. Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii_dlya_studentov_21.pdf

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-методическому
комплексу _____ С.А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДИСЦИПЛИНЫ

ФТД.04 ОСНОВЫ ВОЕННОЙ ПОДГОТОВКИ

Для всех направлений подготовки и специальностей

Одобрена на заседании кафедры
Геологии и защиты в чрезвычайных ситуациях
(название кафедры)

Зав. кафедрой _____
(подпись)

Стороженко Л.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 11.09.2023

(Дата)

Рассмотрена методической комиссией
Горно-технологического факультета
(название факультета)

Председатель _____
(подпись)

Колчина Н.В.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 20.10.2023

(Дата)

Екатеринбург

Данные методические материалы подготовлены для дисциплины ФТД.04 ОСНОВЫ ВОЕННОЙ ПОДГОТОВКИ для всех направлений подготовки и специальностей на основе учебного пособия "ОБЩЕВОЕННАЯ ПОДГОТОВКА" авторов Борисова А. Г., Анистратенко К. В., Лубашева Е. Ю., Оголь И. Н., Яценко О. В. из Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» (Ростов-на-Дону – Таганрог. Издательство Южного федерального университета, 2022).

Ссылка на источник:

Борисов А. Г., Анистратенко К. В., Лубашев Е. Ю., Оголь И. Н., Яценко О. В., Общевоенная подготовка : учебное пособие / под общ. ред. кандидата военных наук, доцента А. Г. Борисова : Юж-ный федеральный университет. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Из-дательство Южного федерального университета, 2022.

ISBN 978-5-9275- 4191-1

Ч. 1. – 2022. – 414 с. – ил. – 177, табл. – 17.

ISBN 978-5-9275-4192-8 (Ч. 1)

Оглавление

Введение	9
-----------------------	---

Раздел 1

УПРАВЛЕНИЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯМИ В МИРНОЕ ВРЕМЯ

1. Безопасность военной службы	15
1.1. Общие положения.....	15
1.2. Требования безопасности.....	20
1.2.1. Общие требования безопасности при работе с вооружением и военной техникой.....	21
1.2.2. Требования безопасности при обращении со стрелковым оружием, проведении стрельб и метании гранат.....	25
1.2.3. Требования безопасности при организации купания.....	28
1.2.4. Общие требования безопасности при выполнении ремонтно-строительных работ.....	29
1.2.5. Общие требования электробезопасности.....	34
1.2.6. Требования пожарной безопасности.....	36
1.3. Защита государственной тайны.....	37

Раздел 2

ОБЩЕВОИНСКИЕ УСТАВЫ ВООРУЖЕННЫХ СИЛ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

2. Военнослужащие и взаимоотношения между ними	46
2.1. Права, обязанности и ответственность военнослужащих.....	46
2.1.1. Общие положения общевоинских уставов Вооруженных Сил Российской Федерации.....	46
2.1.2. Права и обязанности военнослужащих.....	50
2.1.3. Ответственность военнослужащих.....	55
2.2. Взаимоотношения между военнослужащими.....	57
2.2.1. Единоначалие. Командиры (начальники) и подчиненные.....	57

2.2.2. Приказ (приказание), порядок его отдачи и выполнения	59
2.2.3. О воинской вежливости и поведении военнослужащих...	61
Вопросы для контроля и самопроверки.....	64
3. Внутренний порядок.....	66
3.1. Размещение военнослужащих	67
3.2. Распределение времени и внутренний порядок в повседневной деятельности военнослужащих.....	72
3.3. Суточный наряд.....	78
3.3.1. Подготовка и развод суточного наряда.....	80
3.3.2. Обязанности лиц суточного наряда подразделения.....	82
Вопросы для контроля и самопроверки:.....	87
4. Воинская дисциплина.....	89
4.1. Сущность воинской дисциплины.....	89
4.2. Поощрения и их виды, права командиров (начальников) по применению поощрений к подчиненным.....	97
4.3. Порядок применения поощрений.....	104
4.4. Дисциплинарная ответственность военнослужащих.....	107
4.5. Дисциплинарные взыскания, применяемые к военнослужащим. Права командиров (начальников) по применению дисциплинарных взысканий	112
4.6. Порядок применения и исполнения дисциплинарных взысканий.	118
Вопросы для контроля и самопроверки:.....	127

Раздел 3 СТРОЕВАЯ ПОДГОТОВКА

5. Общие положения Строевого устава Вооруженных Сил Российской Федерации	133
5.1. Строи и управление ими	133
5.2. Сигналы для управления строем и сигналы для управления машиной.....	140
5.3. Обязанности командиров и военнослужащих перед построением и в строю.....	147
Вопросы для контроля и самопроверки:.....	148

6. Строевые приемы и движение без оружия	149
6.1. Строевая стойка	149
6.2. Выполнение команд «РАВНЯЙСЬ», «СМИРНО», «ВОЛЬНО», «ЗАПРАВИТЬСЯ», «Головные уборы – СНЯТЬ (НАДЕТЬ)»	153
6.3. Повороты на месте	157
6.4. Движение шагом и бегом. Строевой и походный шаг	160
6.5. Повороты в движении	169
Вопросы для контроля и самопроверки	174
7. Выполнение воинского приветствия без оружия.	
Подход к начальнику и отход от него	175
7.1. Выполнение воинского приветствия на месте и в движении	175
7.2. Выход из строя, подход к начальнику, отход от него и возвращение в строй	180
Вопросы для контроля и самопроверки	187
8. Строевые приемы и движение с оружием	188
8.1. Выполнение строевой стойки с оружием	188
8.2. Выполнение приемов с автоматом на месте: «Ремень – ОТПУСТИТЬ (ПОДТЯНУТЬ)», «Положить – ОРУЖИЕ», «К ОРУЖИЮ», «В РУЖЬЕ»	189
8.3. Выполнение приемов с автоматом на месте: «Автомат на – ГРУДЬ», «На ре-МЕНЬ», «Оружие – ЗА СПИНУ»	194
8.4. Повороты и движение с оружием	199
8.5. Выполнение воинского приветствия с оружием на месте и в движении	200
8.6. Выход из строя и возвращение в строй. Подход к начальнику и отход от него	202
Вопросы для контроля и самопроверки	202
9. Строй взвода	204
9.1. Выполнение строевых приемов взводом в развернутом и походном строях (построение, выравнивание, размыкание и смыкание, перестроение)	204
9.2. Выполнение воинского приветствия взводом в строю	215
Вопросы для контроля и самопроверки	216

Раздел 4 ОГНЕВАЯ ПОДГОТОВКА

10. Сведения из внутренней и внешней баллистики	219
10.1. Сведения из внутренней баллистики	219
10.1.1. Выстрел и его периоды	220
10.1.2. Начальная скорость пули. Отдача и угол вылета	224
10.1.3. Прочность ствола. Действия пороховых газов на ствол и меры по его сбережению	229
10.2. Сведения из внешней баллистики	237
10.2.1. Траектория и ее элементы. Форма траектории и ее практическое значение. Виды траекторий	238
10.2.2. Прямой выстрел. Поражаемое, прикрытое и мертвое пространства	250
10.2.3. Влияние условий стрельбы на полет пули	254
Вопросы для контроля и самопроверки	257
11. Пистолет Макарова	258
11.1. Назначение и боевые свойства	260
11.2. Устройство	261
11.3. Назначение частей и механизмов.	262
11.4. Работа автоматики пистолета	268
11.5. Работа частей и механизмов	269
11.5.1. Работа частей и механизмов при зарядании	270
11.5.2. Работа частей и механизмов заряженного пистолета при включении предохранителя	272
11.5.3. Работа частей и механизмов пистолета при выстреле	273
11.6. Задержки при стрельбе из пистолета и способы их устранения	275
11.7. Разборка и сборка пистолета	277
11.7.1. Порядок неполной разборки	278
11.7.2. Сборка пистолета после неполной разборки	279
11.8. Осмотр и подготовка к стрельбе пистолета и патронов, уход и сбережение	281
Вопросы для контроля и самопроверки:	286
12. Автомат (ручной пулемет) Калашникова	288
12.1. Назначение и боевые свойства	291

12.2. Устройство	294
12.3. Назначение частей и механизмов	295
12.4. Работа автоматики.....	306
12.5. Работа частей и механизмов.....	307
12.5.1. Работа частей и механизмов при зарядании.....	308
12.5.2. Работа частей и механизмов при автоматической стрельбе.....	310
12.5.3. Работа частей и механизмов при стрельбе одиночными выстрелами.....	312
12.6. Задержки при стрельбе из автомата (ручного пулемета) и способы их устранения	314
12.7. Разборка и сборка автомата (ручного пулемета)	316
12.7.1. Порядок неполной разборки.....	317
12.7.2. Порядок сборки после неполной разборки	321
12.8. Уход за автоматом (ручным пулеметом)	322
Вопросы для контроля и самопроверки.....	323
13. Ручные осколочные гранаты	325
13.1. Назначение и устройство	325
13.1.1. Назначение и устройство гранаты РГД-5	326
13.1.2. Назначение и устройство гранаты Ф-1	328
13.1.3. Назначение и устройство запала УЗРГМ.....	329
13.1.4. Назначение и устройство гранаты РГН.....	331
13.1.5. Назначение и устройство гранаты РГО.....	333
13.1.6. Назначение и устройство запала УДЗ.....	334
13.2. Работа частей и механизмов гранат	336
13.2.1. Работа частей и механизмов гранат, оснащенных запалом УЗРГМ.....	336
13.2.2. Работа частей и механизмов гранат, оснащенных запалом УДЗ	338
13.3. Меры безопасности при обращении с гранатами.....	339
Вопросы для контроля и самопроверки	341
14. Боеприпасы для стрелкового оружия	342
14.1. Назначение патронов и их классификация	343
14.2. Устройство и принцип действия патронов	348
14.2.1. Назначение, классификация и устройство пуль	349
14.2.2. Назначение и устройство гильз.....	358

14.2.3. Метательные заряды.....	361
14.2.4. Капсюли-воспламенители.....	366
Вопросы для контроля и самопроверки	367
15. Правила стрельбы из стрелкового оружия.....	369
15.1. Общие положения.....	369
15.2. Измерение углов и определение расстояний.....	381
15.3. Установка прицела.....	391
15.4. Поправки стрельбы	393
15.5. Выбор вида, способа и момента открытия огня. Ведение огня, наблюдение за его результатами и его корректирование.....	397
15.6. Правила стрельбы из автомата, ручного пулемета Калашникова	402
Вопросы для контроля и самопроверки:	410
Заключение.....	412
Литература	413

Введение

Для подготовки к вооруженной защите и вооруженной защиты Российской Федерации, целостности и неприкосновенности ее территории организуется оборона страны, целями которой являются создание условий для мирного социально-экономического развития Российской Федерации и обеспечение ее военной безопасности. При этом особое внимание уделяется подготовке Вооруженных Сил к обеспечению защиты государства от вооруженного нападения.

Одним из основных видов подготовки Вооруженных Сил Российской Федерации является боевая подготовка, представляющая собой целенаправленный, организованный процесс воинского обучения и воспитания личного состава, слаживания подразделений, воинских частей, соединений и их органов управления для выполнения боевых и других задач в соответствии с их предназначением. Боевая подготовка является основным содержанием повседневной деятельности командиров, органов управления и войск. Она проводится как в мирное, так и в военное время и обусловлена потребностями государства, в первую очередь, в качественно подготовленных военнослужащих, способных успешно выполнять возложенные на них задачи.

Среди основных задач боевой подготовки следует выделить задачи, непосредственно выполняемые в военном учебном центре:

- обучение на требуемом уровне к военно-профессиональной подготовке граждан по военно-учетным специальностям в соответствии с программами военной подготовки офицеров, сержантов и солдат запаса;

- разработка средств и приемов совершенствования методических систем обучения и воспитания, отдельных методов с учетом специфики войск, особенностей подготовки военных специалистов по военно-учетным специальностям;

- дальнейшая разработка и конкретизация содержания обучения и воспитания в соответствии с происходящими изменениями в жизни общества и его Вооруженных Сил, с учетом совершенствования

вооружения и военной техники, способов боевых действий, необходимости постоянного повышения боеготовности.

В военном учебном центре при организации и проведении обучения граждан по военно-учетным специальностям соблюдаются следующие принципы:

- соответствие направленности обучения государственной идеологии, положениям Военной доктрины Российской Федерации;
- научность, систематичность и последовательность обучения;
- коллективный и индивидуальный подход к обучению;
- учить войска тому, что необходимо на войне;
- обучение от простого – к сложному;
- сознательность, активность и самостоятельность обучаемых;
- единство обучения и воинского воспитания.

Методическое направление обучения по учебному модулю «Общевойсковая подготовка» представляет собой последовательное формирование у обучаемых военно-профессиональных компетенций, результатами которых являются знания, умения и навыки. При этом знания передаются в форме лекций, бесед, рассказов, показов кино- и видеофильмов, показов практических действий войск. Умения формируются в ходе проведения групповых занятий, тренировок и тренажей. Навыки формируются преимущественно в тех формах обучения, где основным методом является практическая работа. Это прежде всего относится к групповым упражнениям и практическим занятиям, а также к тактическим и тактико-специальным учениям, проводимым, как правило, в форме ротных тактических учений на заключительном этапе обучения учебных сборов.

Венцом методического направления обучения по учебному модулю «Общевойсковая подготовка» является учебное пособие «Общевойсковая подготовка», которое состоит из двух частей, включающих разделы:

Раздел 1. Управление подразделениями в мирное время.

Раздел 2. Общевоинские уставы Вооруженных Сил Российской Федерации.

Раздел 3. Строевая подготовка.

Раздел 4. Огневая подготовка.

Раздел 5. Военно-политическая подготовка.

Учебное пособие «Общевойсковая подготовка: Часть 1» предназначено для изучения учебного модуля «Общевойсковая подготовка» студентами, обучающимися по программам военной подготовки солдат, сержантов и офицеров запаса. Учебное пособие целесообразно использовать на первом этапе обучения, по окончании которого каждый обучающийся должен:

Знать: положения Общевоинских уставов Вооруженных Сил Российской Федерации; требования Строевого устава Вооруженных Сил Российской Федерации; основы и правила стрельбы из стрелкового оружия; материальную часть стрелкового оружия и ручных гранат;

Уметь: применять положения Общевоинских уставов Вооруженных Сил Российской Федерации при организации повседневной деятельности подразделения; выполнять строевые приемы с оружием и без оружия; управлять строями подразделения; применять стрелковое оружие и ручные гранаты по назначению;

Владеть: навыками применения положений Общевоинских уставов Вооруженных Сил Российской Федерации при организации повседневной деятельности подразделения; командами и способами управления строями подразделения.

Учебное пособие «Общевойсковая подготовка: Часть 2» предназначено для изучения учебного модуля «Общевойсковая подготовка» студентами, обучающимися по программам военной подготовки сержантов и офицеров запаса. Учебное пособие целесообразно использовать на втором этапе обучения.

По окончании второго этапа обучения каждый обучающийся должен:

Знать: государственную политику в области обороны и военной безопасности, решения Президента и Министра обороны Российской Федерации по вопросам строительства и совершенствования Вооруженных Сил; военно-исторические события для воспитания подчиненного личного состава на примерах отечественной военной истории, воинских традиций российской армии; правовые положения законодательства Российской Федерации, регламентирующие обеспечение законности, правопорядка и воинской дисциплины в подразделении; основы организации боевой подготовки в подразделении; организацию режима секретности и несекретного делопроизводства.

Уметь: разрабатывать основные документы по боевой подготовке в подразделении;

Владеть: навыками разработки основных документов по боевой подготовке в подразделении.

Учебное пособие «Общевойсковая подготовка» будет способствовать расширению кругозора студентов, обучающихся в военном учебном центре, систематизации их знаний в отрасли науки «Военная наука». Учебное пособие может быть использовано преподавателями военного учебного центра при подготовке к проведению занятий и проведении занятий по учебному модулю «Общевойсковая подготовка», а также в системе профессионально-должностной подготовки.

В учебном пособии «Общевойсковая подготовка: Часть 1» на основе положений Общевоинских уставов Вооруженных Сил Российской Федерации, научных положений внешней баллистики и внутренней баллистики, теории стрельбы раскрыты содержание актуальных тем учебного модуля «Общевойсковая подготовка». Учебное пособие написано под общей редакцией кандидата военных наук, доцента Борисова А.Г. При написании учебного пособия усилия авторов распределились следующим образом: Борисов А.Г. – введение; раздел 1; пункт 3 раздела 2, пункты 6 – 8 раздела 3; подпункт 10.2 пункта 10 раздела 4; заключение; Анистратенко К.В. – пункты 2 и 4 раздела 2; Лубашев Е.Ю. – пункт 13 раздела 4; Оголь И.Н. – пункт 9 раздела 3; Яценко О.В. – пункт 5 раздела 3; подпункт 10.1 пункта 10, пункты 11, 12, 14 и 15 раздела 4.

Раздел 1

**УПРАВЛЕНИЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯМИ
В МИРНОЕ ВРЕМЯ**

1. Безопасность военной службы

1.1. Общие положения

Военный учебный центр проводит обучение граждан по программам военной подготовки офицеров, сержантов и солдат запаса.

Распорядком дня военного учебного центра определены проводимые мероприятия, время и продолжительность их проведения:

№	Проводимые мероприятия	Время проведения	Продолжительность
1.	Утренний осмотр	7.30-7.45	15
2.	Подъем государственного флага Российской Федерации	7.45-7.50	5
3.	Развод и следование на учебные занятия	7.50-8.00	10
4.	Учебные занятия: 1 час	8.00-8.45	45
	2 час	8.50-9.35	45
	3 час	9.50-10.35	45
	4 час	10.40-11.25	45
	5 час	11.55-12.40	45
	6 час	12.45-13.30	45
5.	Обед: для сотрудников	12.00-13.00	60
	для студентов	11.25-11.55	30
6.	Самостоятельная работа 1 час	13.40-14.25	45
	Самостоятельная работа 2 час	14.30-15.15	45
	Самостоятельная работа 3 час	15.25-16.10	45
	Военно-политическая работа, тренировки, информирование, подведение итогов	16.20-16.45	25
7.	Окончание рабочего дня	16.45	

При проведении мероприятий распорядка дня особое внимание уделяется безопасности военной службы [9].

Безопасность военной службы заключается в поддержании в военном учебном центре условий военной службы и порядка ее несения, обеспечивающих защищенность личного состава и каждого военнослужащего в отдельности, а также местного населения, его имущества и окружающей среды от воздействия опасных факторов военной службы, возникающих в ходе повседневной деятельности военного учебного центра.

Общими условиями обеспечения безопасности военной службы в военном учебном центре являются:

- поддержание воинской дисциплины;
- обеспечение удовлетворительного морально-психологического состояния и состояния здоровья военнослужащих;
- обеспечение пожарной безопасности;
- соблюдение внутреннего порядка;
- обеспечение социальной защиты военнослужащих в соответствии с требованиями федеральных законов и иных нормативных правовых актов Российской Федерации;
- обеспечение удовлетворительного санитарно-эпидемического состояния военного учебного центра.

Каждый военнослужащий должен строго соблюдать требования безопасности военной службы. В этих целях он **обязан:**

изучать безопасные методы и приемы исполнения своих должностных и специальных обязанностей, инструктироваться по требованиям безопасности военной службы, стажироваться на месте исполнения указанных обязанностей, а также проходить проверки теоретических знаний и практических навыков по выполнению требований безопасности;

правильно применять средства индивидуальной и коллективной защиты, а в необходимых случаях уметь использовать лечебно-профилактические средства и оказывать первую помощь;

немедленно докладывать своему непосредственному командиру (начальнику) о любой сложившейся по вине военнослужащих ситуации, угрожающей жизни и здоровью военнослужащих, жизни, здоровью и имуществу местного населения либо причинением вре-

да окружающей среде, а также о каждом факте получения им или другим военнослужащим увечий (ранений, травм, контузий) при выполнении мероприятий повседневной деятельности или об ухудшении состояния своего здоровья;

проходить в установленные сроки медицинские осмотры (обследования).

Все военнослужащие обязаны знать и соблюдать требования пожарной безопасности на объектах военного учебного центра и уметь обращаться со средствами пожаротушения. Военнослужащий при обнаружении пожара или признаков горения (задымление, запах гари, повышение температуры и т.п.) обязан незамедлительно принять меры по вызову пожарной команды и тушению пожара всеми имеющимися средствами, а также по спасению людей, сохранению вооружения, военной техники и другого военного имущества.

Основными мероприятиями по обеспечению безопасности военной службы, проводимыми в военном учебном центре являются:

обеспечение психологической устойчивости личного состава на основе анализа его морально-психологического состояния, поддержания удовлетворительной морально-психологической обстановки в воинских коллективах, создания условий для психологической совместимости и предупреждения нарушений уставных правил взаимоотношений между военнослужащими, профилактики правонарушений;

регулярная подготовка личного состава к выполнению мероприятий повседневной деятельности с изучением перед их проведением необходимых требований безопасности военной службы;

контроль за выполнением личным составом требований безопасности военной службы;

предупреждение гибели (смерти) и увечий (ранений, травм, контузий) среди военнослужащих (периодические проверки их теоретических знаний и практических навыков по выполнению требований безопасности военной службы при исполнении должностных обязанностей, обязательные медицинские осмотры (освидетельствования), в том числе с привлечением врача-психиатра);

проведение санитарно-противоэпидемических (профилактических) и иных мероприятий по охране здоровья военнослужащих;

поддержание у личного состава высокой бдительности, обеспечение точного выполнения правил несения службы суточным нарядом, другие меры, направленные на противодействие терроризму;

обеспечение пожарной безопасности и спасательных работ;

своевременное и в полном объеме обеспечение военным имуществом, ресурсами и оказываемыми услугами;

бытовое обеспечение личного состава в соответствии с установленными нормативами;

взаимодействие с органами государственной власти субъектов Российской Федерации и органами местного самоуправления по вопросам реализации социальных гарантий и компенсаций, установленных законодательством Российской Федерации для военнослужащих;

другие мероприятия по предупреждению причинения вреда жизни и здоровью военнослужащих с учетом особенностей их деятельности.

При организации подготовки и проведения занятий и учений командир (начальник) обязан:

проверить исправность и подготовку обмундирования, снаряжения и средств индивидуальной защиты личного состава с учетом времени года, местности и условий проведения занятий и учений;

определить маршруты движения машин и порядок перевозки личного состава к местам занятий, через железнодорожные переезды и мосты;

организовать предрейсовую подготовку боевых машин и транспортных средств;

провести целевые инструктажи водителей транспортных средств и старших машин по требованиям безопасности при перевозке личного состава, а также специальные занятия по требованиям безопасности со всем личным составом (перед учениями);

на занятиях и учениях использовать только технически исправное вооружение и военную технику;

провести оформление всей установленной документации;

перед непосредственным выполнением каждой из задач (работ) устанавливать и доводить до личного состава требования безопасности, организовать контроль их строгого соблюдения на всех этапах занятий и учений.

При организации и проведении занятий (учений) ЗАПРЕЩАЕТСЯ:

использовать для перевозки личного состава не оборудованные транспортные средства, допускать к их управлению водителей, не прошедших дополнительную подготовку, отстраненных ранее от управления;

проводить занятия вблизи электростанций, высоковольтных линий электропередач, газо- и нефтепроводов, железных дорог, обвалов, оползней и других опасных мест;

производить на маршрутах следования остановку транспортных средств на осевой линии проезжей части и на левой обочине;

отклоняться от маршрута движения;

использовать непроверенные или имеющие повреждения боеприпасы и имитационные средства.

При проведении тактических учений необходимо:

организовать выдачу установленным порядком личному составу только исправных боеприпасов и имитационных средств и контроль за их правильным применением;

провести проверку технического состояния вооружения и военной техники, привлекаемой для проведения учений;

указать личному составу порядок обозначения участков полей имитации и других опасных средств;

указать сигналы прекращения огня и порядок их подачи;

организовать в местах проведения учений патрулирование для предотвращения проникновения в районы учений посторонних людей, животных и техники.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ:

перевозить личный состав, вооружение и военную технику (ВВТ) на необорудованных автомобилях, платформах, вагонах и судах, а боеприпасы, взрывчатые вещества и другое имущество, опасное в обращении – в общих с личным составом колоннах подразделений;

преодолевать опасные препятствия танками, БМП и БТР с десантом на броне, наезжать на поля имитации, окопы и другие сооружения, занимаемые личным составом;

двигаться через железнодорожные переезды с поднятыми антеннами радиостанций;

на привалах личному составу выходить на левую сторону дороги, находиться между машинами и отдыхать под ними, запускать двигатели и трогаться с места без тщательного осмотра машин и прилегающей местности, курить и пользоваться открытым огнем у машин с боеприпасами, горючим и взрывчатыми веществами;

вести огонь из танков и БМП при открытых люках, а из танков – при нахождении на них десанта;

вести огонь по личному составу холостыми патронами из стрелкового оружия ближе 100 метров, а холостыми выстрелами орудий – ближе 200 метров;

бросать взрывпакеты, осветительные и сигнальные патроны в расположение подразделений, на ВВТ, а также в направлении легковоспламеняющихся предметов;

становиться на буксирные тросы и сцепки, держаться за них руками, находиться в зоне их опасного действия во время трогания и движения машин;

разворачивать радио- и радиорелейные станции ближе 100 метров от высоковольтных линий электропередачи;

производить имитацию ядерного взрыва табельными имитаторами на расстоянии ближе 250 метров от личного состава, а артиллерийского огня взрывчатыми веществами – ближе 100 метров;

сжигать имитационные дымовые гранаты и подрывать имитационные гранаты ближе 50 метров от личного состава и легковоспламеняющихся материалов;

пользоваться неисправными имитационными средствами;

подавать высокое напряжение на передатчики радиолокационных станций при нахождении личного состава в непосредственной близости от раскрыва передающих антенн;

прокладывать электровзрывные сети ближе 300 метров от электрифицированных железных дорог и мощных радиостанций.

1.2. Требования безопасности

Требования безопасности при работе с вооружением и военной техникой, обращении со стрелковым оружием, проведении стрельб и метании гранат, организации купания, выполнении ремонтно-стро-

ительных работ, а также требования электробезопасности и пожарной безопасности изложены в [1] и приведены ниже по тексту.

1.2.1. Общие требования безопасности при работе с вооружением и военной техникой

Безопасность личного состава при эксплуатации вооружения и военной техники (ВВТ) обеспечивается строгим выполнением требований уставных, распорядительных и эксплуатационных документов с учетом наличия опасных и вредных эксплуатационных факторов.

К эксплуатации ВВТ допускается личный состав, прошедший теоретическую подготовку по специальности, имеющий твердые практические навыки в работе на ВВТ в объеме функциональных обязанностей, прошедший проверку теоретических знаний и практических навыков по требованиям безопасности, медицинское обследование (освидетельствование военно-врачебной комиссией для специалистов по отдельному перечню) и признанный по состоянию здоровья годным к работе по своей специальности, а также сдавший в квалификационной комиссии соединения (части) зачеты по знанию ВВТ и правил их эксплуатации.

При эксплуатации, ремонте и обслуживании ВВТ используются штатные средства защиты, инструмент, оборудование и приспособления, предотвращающие воздействие на личный состав опасных и вредных факторов. Для поддержания их в готовности к использованию необходимо проводить: подготовку к работе; испытания и обслуживание; своевременное устранение неисправностей; своевременную проверку должностными лицами.

Перед началом работ командир (руководитель работ, контролирующее лицо) обязан лично убедиться, что для их производства созданы и обеспечены безопасные условия. ***С этой целью командир (руководитель работ, контролирующее лицо):***

проверяет укомплектованность расчетов и наличие контролируемых лиц;

ставит задачу подразделениям, расчетам, номерам расчетов на проведение работ;

доводит установленным порядком требования безопасности и проверяет качество их усвоения путем контрольного опроса воен-

нослужащих (при выполнении работ с повышенной опасностью и работ на опасных объектах, проводит целевой инструктаж);

проверяет наличие у личного состава удостоверений на право самостоятельной работы;

проверяет наличие индивидуальных средств защиты;

устанавливает (контролирует) порядок и продолжительность работы в индивидуальных средствах защиты;

проверяет медицинское обеспечение работ;

ставит задачу начальнику аварийно-спасательной группы и проверяет ее готовность;

проверяет готовность к работе ВВТ по наличию в журналах учета технического состояния и формулярах записей о проведении технического обслуживания, освидетельствования объектов гостехнадзора, проверки средств измерений и диэлектрических средств защиты;

проверяет готовность и исправность систем связи, освещения, вентиляции, пожаротушения, нейтрализации, газового контроля, лифтов, а также наличия на местах плакатов и знаков безопасности, предписанных эксплуатационной документацией;

принимает (контролирует) доклады от должностных лиц о готовности личного состава и ВВТ к проведению работ.

В целях строгого выполнения требований безопасности командир (руководитель работ, контролирующее лицо):

А) во время работ:

находится на месте проведения работ, руководит ими до полного окончания и приведения ВВТ в исходное положение;

обеспечивает действенную систему контроля за выполнением операций, контролирует выполнение личным составом и представителями промышленности установленных требований безопасности;

лично контролирует выполнение операций, определенных эксплуатационной документацией, и требует их полного и качественного выполнения;

организует операционный контроль всего технологического цикла работ, в том числе строгий контроль наиболее ответственных и сложных операций;

решительно пресекает любые несанкционированные действия личного состава и нарушения требований безопасности;

в случае возникновения аварийной ситуации или неисправности подает команду «Стоп», немедленно докладывает по команде и принимает меры в соответствии с инструкциями и эксплуатационной документацией;

руководит личным составом при ликвидации последствий аварий, катастроф, пожаров;

Б) после окончания работ:

проверяет приведение агрегатов и систем в исходное положение;

проверяет наличие личного состава, выполнявшего работы;

проверяет приведение рабочих мест в безопасное состояние;

проверяет наличие записей в эксплуатационных документах о проведенных работах и подписей лиц, руководивших работами, исполнявших и контролировавших их;

подводит итоги работ, обращает внимание на имевшиеся нарушения требований безопасности;

докладывает по команде об итогах проведения работ.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ:

проводить работы на ВВТ без руководства и постоянного наблюдения должностных лиц или руководителей работ;

изменять объем, технологию и последовательность операций, предусмотренных эксплуатационной документацией;

отключать технические средства блокировки и предупреждения об опасности;

применять при работах на ВВТ не табельное оборудование, аппаратуру и инструмент;

работать с помощью неисправного оборудования, аппаратуры, инструмента;

применять приборы, сосуды, работающие под давлением, и грузоподъемные средства, не прошедшие положенного переосвидетельствования;

пользоваться переносными электролампами с напряжением выше 36 В.

Образец ВВТ (агрегат, система) не отвечает условиям безопасности, если:

имеются дефекты, выходящие за нормы браковки;

на вращающихся (подвижных) и токоведущих частях узлов и механизмов отсутствуют (или неисправны) штатные ограждения и защитные устройства;

неисправны приборы безопасности, предохранительные и заземляющие устройства;

не укомплектован пригодными и испытанными в срок средствами защиты;

эксплуатируется с истекшими сроками технического освидетельствования узлов, частей и приборов гостехнадзора и энергонадзора;

хранение применяемых ядовитых технических жидкостей не отвечает требованиям руководящих документов;

неисправны блокировки, световая и звуковая сигнализация;

имеются другие технические нарушения и отступления от эксплуатационной документации для конкретного образца (системы, узла), представляющие угрозу для жизни и здоровья людей.

Основными мероприятиями по предупреждению аварий и катастроф с ВВТ являются:

проведение всесторонних проверок водительского состава боевых машин и базовых шасси, отстранение от управления машинами недисциплинированных и плохо подготовленных водителей (механиков-водителей), а также по медицинским противопоказаниям;

систематическое изучение личным составом опасных факторов на образцах ВВТ, механизма и условий их воздействия на организм человека;

поддержание ВВТ и элементов паркового оборудования в исправном состоянии;

оборудование рабочих мест, постов средствами диагностики, пожаротушения и медицинскими средствами;

тщательная организация маршей, подготовка и оборудование маршрутов с учетом особенностей движения в ночное время и трудных погодных условиях;

постоянное совершенствование навыков вождения у водительского состава;

организация работы контрольно-технических пунктов и укомплектование их технически грамотными и требовательными специалистами;

ограничение скорости и четкая организация движения в парках, при постановке (заезде) машин на места стоянки (в сооружения);
подготовка водительского и личного состава подразделений для действий в аварийных (нештатных) ситуациях.

1.2.2. Требования безопасности при обращении со стрелковым оружием, проведении стрельб и метании гранат

Безопасность личного состава при обращении со стрелковым оружием, проведении стрельб и метании гранат обеспечивается четкой организацией занятий, строгим соблюдением требований Курса стрельб, установленных требований безопасности, высокой дисциплинированностью военнослужащих.

Личный состав, не усвоивший требований безопасности при обращении со стрелковым оружием и боеприпасами, к проведению занятий не допускается.

Заряжать оружие разрешается только после сигнала «Огонь» на огневом рубеже или после прохождения рубежа открытия огня, а при стрельбе из БМП и БТР, кроме того, когда дульная часть ствола оружия находится в бойнице или за бортом БМП (БТР). Перед каждым заряжением оружия нужно убедиться в отсутствии в стволе посторонних предметов (грязи).

На рубеже прекращения огня оружие разряжается, производится контрольный спуск, после чего стреляющий докладывает, что оружие разряжено. Затем производится осмотр оружия. Разряжание и осмотр оружия при стрельбе из БМП (БТР) производится без отвода дульной части ствола из бойницы или с борта.

При стрельбе ночью в пешем порядке стреляющие должны иметь на спине сигнальный фонарь; на боевых стрельбах и тактических учениях с боевой стрельбой гранатометчики обозначаются фонарями, флагами отделений (взводов), на БМП (БТР) фонари устанавливаются на башне.

Выход экипажей из боевых машин при возникновении неисправностей осуществляется с разрешения руководителя учений (занятий) после того, как оружие разряжено и ему придан максимальный угол возвышения.

Стрельба боевыми противотанковыми гранатами по бронированным целям должна вестись гранатометчиками из окна незамкнутого укрытия, личный состав должен находиться не ближе 300 метров от цели.

При стрельбе из РПГ следует защищать уши подручными средствами (ватой и т.п.), а зимой опускать клапаны шапки-ушанки.

По окончании стрельб проверяется расход боеприпасов, у личного состава изымаются неизрасходованные боеприпасы, осматривается оружие, проверяются магазины, коробки и ленты. Специалисты службы РАВ осматривают вооружение, установленное на бронеобъектах.

ПРИ ПРОВЕДЕНИИ СТРЕЛЬБ ЗАПРЕЩАЕТСЯ ВЕСТИ ОГОНЬ:

за пределы направлений стрельбы или по укрытию (блиндажу), над которым поднят флаг (фонарь);

противотанковыми управляемыми ракетами (реактивными гранатами) поверх подразделений и в непосредственной близости от них, а также из всех видов оружия по фонарям красного света;

до выхода на рубеж открытия огня;

после сигнала «Отбой» (команды «Прекратить огонь») и после поднятия белого флага (фонаря) на укрытии (блиндаже), командном пункте;

из неисправного оружия или неисправными боеприпасами.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ:

заряжать оружие до команды руководителя и сигнала «Огонь»;

направлять оружие независимо от того, заряжено оно или нет на людей, в сторону от направления ведения огня, в тыл стрельбища;

оставлять заряженное оружие или передавать его другим лицам;

находиться людям или оставлять боеприпасы в секторе распространения реактивной струи гранатомета ближе 30 метров, упирать казенный срез ствола гранатомета в какие-либо предметы или грунт;

применять гранаты, имеющие наружные повреждения, снимать предохранительные колпачки с головных частей взрывателей боевых гранат при стрельбе в дождь, град или сильный снег;

вести огонь из гранатомета через кустарник или высокую траву;

выдавать стреляющему гранаты к РПГ-7 с ненадетыми на оперение кольцами;

стрелять из РПГ-7 с левого плеча, а из СПГ-9 без шлема;
при стрельбе из окопа казенный срез ствола РПГ-7 располагать ближе 2 метров, а СПГ-9 ближе 9 метров от задней стенки окопа;
стрелять из автомата с приборами бесшумной и беспламенной стрельбы (ПБС), непредназначенными для этих целей боеприпасами.

Ведение огня стреляющим прекращается самостоятельно немедленно при:

появлении людей, машин и животных в районах целей;
появлении самолетов, вертолетов в плоскости стрельбы;
поднятии белого флага (фонаря) на командном пункте (блиндаже);
возникновении пожара на мишенном поле;
потере ориентиров стреляющим;
отставании от соседних БМП (БТР) более, чем на 100 метров.

К метанию боевых гранат допускается личный состав, успешно выполнивший упражнения по метанию учебных и учебно-имитационных гранат и усвоивший требования безопасности при обращении с боевыми гранатами.

При метании боевых гранат должны соблюдаться следующие требования:

весь личный состав должен быть в стальных шлемах;
перед заряданием производится осмотр гранат и запалов, в случае обнаружения неисправностей следует немедленный доклад руководителю занятий;

вставлять запал разрешается только перед метанием гранаты по команде руководителя;

метание осколочных, оборонительных и противотанковых гранат осуществляется только из окопа или из-за укрытия, непробиваемого осколками, под руководством офицера;

выходить из окопа (из-за укрытия) разрешается по истечении 10 с после взрыва оборонительной и противотанковой гранаты;

при метании нескольких гранат подряд каждую последующую гранату бросать по истечении 5 с после взрыва предыдущей;

разряжание неиспользованных гранат производится только по команде и под непосредственным контролем руководителя;

руководитель занятия организует ведение учета неразорвавшихся гранат, обозначение мест их падения красными флажками и их

уничтожение по окончании метания гранат подрывом на месте согласно правилам, изложенным в Руководстве по хранению и сбережению артиллерийского вооружения и боеприпасов в войсках;

район метания гранат оцепляется в радиусе не менее 300 метров;

личный состав, не занятый метанием гранат, отводится в укрытие или на безопасное удаление от огневого рубежа (не ближе 350 метров);

исходное положение для метания гранат обозначается белыми флажками, огневой рубеж – красными;

пункт выдачи гранат и запалов оборудуется в укрытии (блиндаже) не ближе 25 метров от исходного положения.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ:

разбирать боевые гранаты и устранять в них неисправности;

переносить гранаты вне сумок (подвешенными за кольцо, предохранительные чеки);

приближаться без команды и трогать неразорвавшиеся гранаты.

1.2.3. Требования безопасности при организации купания

Командиром части определяются продолжительность купального сезона, место, время и порядок купания и занятий на воде. Одиночное купание солдат и сержантов категорически запрещается.

Место для купания и занятий на воде должно быть тщательно подготовлено, хорошо обозначено и иметь ограничительные знаки.

При необходимости организуется дежурство в районе водоема и патрулирование в целях недопущения одиночного и неорганизованного купания личного состава.

Для поддержания порядка во время купания и занятий на воде назначается дежурный из числа офицеров или прапорщиков, один или несколько дневальных и выделяется дежурный фельдшер для оказания медицинской помощи. Места купания должны быть обеспечены необходимыми средствами спасания, в зависимости от типа и величины водоема. Во время купания дежурный и дневальные ведут наблюдение за купающимися с берега, а при необходимости – с лодки.

Во время купания подразделения из его состава выделяется команда подготовленных пловцов, умеющих оказывать помощь на воде и обученных приемам спасания.

При организации и проведении занятий на воде необходимо:

выявить не умеющих плавать военнослужащих и организовать для них специальные занятия по обучению;

проверять количество военнослужащих, участвующих в занятии, перед заходом в воду и после выхода из воды;

прекращать занятия на воде при появлении у занимающихся признаков переохлаждения (озноб, посинение губ и др.);

запрещать во время прыжков в воду с вышки плавание возле нее.

Занятия по обучению плаванию проводятся в специально отведенных местах, где глубина водоемов и скорость течения обеспечивают безопасность военнослужащих.

Ныряние и прыжки в воду разрешаются только с мостиков и вышек в специально отведенных местах, где глубина водоемов обеспечивает безопасность личного состава.

Командир подразделения обязан:

перед началом купального сезона провести со всеми категориями военнослужащих целевой инструктаж по требованиям безопасности при купании;

в течение летнего сезона систематически проводить разъяснительную работу о порядке купания, соблюдения требований безопасности и строгой дисциплины при проведении занятий на воде.

1.2.4. Общие требования безопасности при выполнении ремонтно-строительных работ

В целях обеспечения безопасности личного состава при выполнении ремонтно-строительных работ должны разрабатываться общие и специальные нормы, правила, инструкции и указания по технике безопасности на основе соответствующих ГОСТов и СНИПов, приказов и директив Министра обороны и других начальников.

При проведении ремонтных и строительных работ целесообразно назначать приказом непосредственного руководителя – начальника строительства, а при необходимости его заместителя по

материально-техническому обеспечению, на которых возлагается обеспечение и контроль соблюдения требований безопасности всеми военнослужащими, привлекаемыми для работ на данном объекте, а также правил безопасной эксплуатации машин и механизмов, задействованных в производственном процессе.

На начальника строительства возлагается организация взаимодействия с органами КЭЧ района, гостех- и энергонадзора в вопросах установления и поддержания безопасных условий труда и санитарии, выполнения требований допуска личного состава к работам и организации эксплуатации машин и механизмов.

Перед началом работ необходимо:

провести первичный инструктаж по утвержденной программе, установить порядок доведения до личного состава требований безопасности перед каждым выполнением работ (проведения целевых инструктажей перед выполнением работ с повышенной опасностью и работ на опасных объектах) и контроля за их проведением;

обеспечить личный состав необходимой спецодеждой, обувью, предохранительными приспособлениями;

проверить техническое состояние и определить порядок эксплуатации машин и механизмов;

провести специальное занятие по обучению личного состава требованиям безопасности непосредственно на рабочих местах (по необходимости);

организовать систему контроля за соблюдением технологических процессов, поддержанием рабочих мест в безопасном состоянии.

При организации строительной площадки следует установить опасные для людей зоны, в пределах которых на них кратковременно могут воздействовать опасные производственные факторы.

Границы опасных зон вблизи движущихся частей и рабочих органов машин и механизмов устанавливаются на расстоянии, исключая воздействие опасных факторов за их пределами, но не ближе 5 метров от машин и механизмов.

Строительная площадка на территории жилого городка, административно-хозяйственной зоны или на территории действующих предприятий должна огораживаться.

Ограждение, примыкающее к местам массового прохода людей, оборудуется сплошным защитным козырьком.

Строительная площадка, участки работ, рабочие места, проезды и проходы к ним в темное время суток должны быть освещены. Производство работ в неосвещенных местах не допускается.

Скорость движения автотранспорта вблизи мест производства работ не должна превышать 10 км/час на прямых участках и 5 км/час на поворотах.

Ширина проходов к рабочим местам и на рабочих местах должна быть не менее 0,6 метра, высота проходов – не менее 1,8 метра.

Переносные лестницы перед эксплуатацией необходимо испытывать статической нагрузкой (120 кгс), приложенной к одной из ступеней в середине пролета лестницы.

Склаживать материалы и оборудование на рабочих местах следует так, чтобы они не создавали опасность при выполнении работ и не загромождали проходы.

Не допускается пользоваться открытым огнем в радиусе 50 метров от места складирования материалов, содержащих легковоспламеняющиеся, взрывчатые или вредные вещества.

Лакокрасочные, изоляционные, отделочные и другие материалы, выделяющие взрывоопасные или вредные вещества, разрешается хранить на рабочих местах в количествах, не превышающих сменной потребности.

Сбрасывать мусор без желобов разрешается с высоты не более 3 метров. Места, на которые сбрасывается мусор, следует со всех сторон огородить или установить надзор для предупреждения опасности.

Не допускается разбирать строения одновременно в нескольких ярусах по одной вертикали, а также обрушивать разбираемые конструкции на перекрытия.

Уровень кладки после каждого перемещения средств подмазывания должен быть не менее, чем на 0,7 метра выше уровня рабочего настила или перекрытия.

В случае необходимости производства кладки ниже этого уровня кладку надлежит выполнять, применяя предохранительные пояса или специальные сетчатые защитные ограждения.

Не допускается кладка наружных стен толщиной до 0,75 метров в положении стоя на стене.

Не допускается кладка стен зданий последующего этажа без установки несущих конструкций междуэтажного перекрытия, а также площадок и маршей в лестничных клетках.

Обрабатывать естественные камни в пределах территории строительной площадки следует в специально выделенных местах, где не допускается нахождение лиц, не участвующих в данной работе.

При установке элементов опалубки в несколько ярусов каждый последующий ярус следует устанавливать только после закрепления нижнего яруса.

Размещение на опалубке оборудования и материалов, не предусмотренных проектом производства работ, а также пребывание людей, непосредственно не участвующих в производстве работ, на настиле опалубки не допускается.

Разборка опалубки должна производиться (после достижения бетоном заданной прочности) с разрешения производителя работ.

Заготовка и обработка арматуры должны выполняться в специально предназначенных и оборудованных местах.

Складирование заготовленной арматуры производится в специально подготовленных местах.

Торцевые части стержней арматуры в местах общих проходов, имеющих ширину менее 1 метра, закрываются щитами.

Состояние тары, опалубки и средств подмащивания проверяется ежедневно перед началом укладки бетона.

При уплотнении бетонной смеси электровибраторами не допускается перемещение вибратора за токоведущие шланги, а при перерывах в работе и при переходе с одного места на другое электровибраторы выключаются.

Средства подмащивания, применяемые для штукатурных или малярных работ, в местах, под которыми ведутся работы или есть проход, должны иметь настил без зазоров.

Для просушивания помещений строящихся зданий при невозможности использования систем отопления следует применять воздухонагнетатели (электрические или работающие на жидком топли-

ве), при установке которых следует выполнять требования Правил пожарной безопасности при производстве строительно-монтажных работ.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ:

обогревать и сушить помещения жаровнями и другими устройствами, выделяющими продукты сгорания топлива;

в местах применения нитрокрасок и других лакокрасочных материалов и составов производить действия с применением огня или искровызывающим оборудованием. Электропроводка в этих местах должна быть выполнена во взрывобезопасном исполнении.

При выполнении малярных работ с применением составов, содержащих вредные вещества, следует соблюдать санитарные правила при окрасочных работах с применением ручных распылителей.

Места, над которыми производятся стекольные работы, необходимо огораживать.

До начала стекольных работ надлежит визуально проверить прочность и исправность оконных переплетов.

Допуск личного состава к выполнению кровельных работ производится после осмотра мастером совместно с бригадиром исправности и надежности конструкции крыши и ограждения.

При выполнении работы на крыше с уклоном более 20 градусов личный состав должен применять страховочные пояса, места крепления которых указываются руководителем работ.

Элементы и детали кровель, звенья водосточных труб, сливы, свесы и т.д. следует подавать на рабочие места в заготовленном виде. Заготовка указанных элементов и деталей непосредственно на крыше не допускается.

Если вес груза превышает 60 кг или подъем его осуществляется на высоту более 3 метров, то погрузочно-разгрузочные работы в обязательном порядке механизуются.

Площадки для таких работ должны быть спланированы и иметь уклон не более 5 % с указателями въезда, разворота и выезда транспорта.

Перед погрузкой или разгрузкой железобетонных конструкций монтажные петли должны быть осмотрены и при необходимости выправлены без повреждения конструкции.

При загрузке (разгрузке) автомобилей кранами водителю и другим лицам запрещается находиться в кабине автомобиля, не защищенного козырьком.

Переноска грузов на носилках допускается только по горизонтальному пути на расстояние не более 50 метров.

Если вес груза превышает 50 кг, то подъем его на спину грузчика и съём со спины должны производить два человека.

Погрузку и разгрузку пылевидных материалов (цемента, гипса, извести и т.п.) следует обязательно механизировать. Если эти грузы небольшие по объему и работы ведутся вручную, то необходимо обеспечить личный состав спецодеждой и респираторами с полноценными фильтрами, которые должны меняться не реже одного раза в смену. К работе в качестве такелажников-стропальщиков допускается личный состав, прошедший специальное обучение и получивший соответствующее удостоверение.

При необходимости перемещения горячего битума на рабочих местах вручную следует применять металлические бачки, имеющие форму усеченного конуса, обращенного широкой частью вниз, с плотно закрывающимися крышками. Не допускается использовать в работе битумные мастики температурой выше 180 градусов С.

При выполнении работ с применением горячего битума несколькими рабочими звеньями расстояние между ними должно быть не менее 10 метров.

Стекловату и шлаковату следует подавать к месту работы в контейнерах или пакетах, соблюдая условия, исключающие их распыление.

При приготовлении грунтовки, состоящей из растворителя битума, следует расплавленный битум вливать в растворитель. Не допускается вливание растворителя в расплавленный битум.

При выполнении изоляционных работ на всех рабочих местах необходимо строго выполнять требования пожарной безопасности.

1.2.5. Общие требования электробезопасности

Все имеющиеся части электроустановки должны систематически проверяться должностными лицами в сроки, определяемые их должностными обязанностями, требованиями правил электробезопасности.

При поступлении электроустановки в часть для ее приемки приказом по части назначается комиссия, в состав которой должно входить лицо, ответственное за электрохозяйство части. Приемка электроустановки оформляется актом технического состояния, о вводе ее в строй объявляется приказом по части.

К эксплуатации и обслуживанию электроустановок допускается личный состав, прошедший подготовку по устройству и безопасной эксплуатации электроустановок, имеющий необходимую квалификационную группу по электробезопасности и удовлетворяющий по состоянию здоровья соответствующим требованиям.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ:

допускать к эксплуатации электроустановок личный состав, не имеющий соответствующую квалификационную группу;

оставлять без наблюдения работающую электроустановку;

подсоединять и отсоединять кабели, находящиеся под напряжением, заменять предохранители под нагрузкой;

при исчезновении напряжения приступать к работам на данном оборудовании, проникать в ограждения, касаться токоведущих частей, не отключив соответствующий участок или всю электроустановку;

работать под напряжением с применением ножевых, напильников, металлических метров и. т. п.;

оставлять оголенными концы проводов, даже не находящихся под напряжением;

при обнаружении замыкания на землю приближаться к месту замыкания ближе 4 метров в закрытых и 8 метров в открытых распределительных устройствах;

при осмотре снимать предупредительные плакаты, ограждения, проникать за них, касаться токоведущих частей и их изоляции, производить их обтирку, чистку, устранять обнаруженные неисправности;

использовать для работы в электроустановках длинномерные лестницы, ящики, табуретки и другие посторонние предметы;

при работе под напряжением использовать неисправные и не проверенные (срок действия, которых истек) изолированный инструмент и защитные средства.

Работы в осветительных и силовых сетях следует производить только после отключения питающих трансформаторов и вывешива-

ния соответствующих указателей и предупредительных знаков. Подключение к сетям вспомогательного оборудования (трансформаторов, преобразователей частоты, защитно-отключающих устройств и т. п.) и его отключение производятся электротехническим персоналом с квалификационной группой по электробезопасности не ниже третьей. Подключение электросварочного трансформатора к питающей сети необходимо производить после проверки его исправности, схемы подключения проводов и надежного заземления. Длина питающего кабеля не должна превышать 10 метров. **ЗАПРЕЩАЕТСЯ** подключать трансформатор к питающей сети без рубильника, автомата и других коммутационных аппаратов. Проверять наличие напряжения в сети разрешается только специальными приборами (переносной вольтметр, указатель напряжения). Аварийные работы под напряжением не выше 380 В разрешается проводить в присутствии наблюдающего, имеющего квалификационную группу по электробезопасности не ниже четвертой, с обязательным использованием установленных средств защиты и инструмента.

1.2.6. Требования пожарной безопасности

ЗАПРЕЩАЕТСЯ:

пользоваться неисправными печами, применять для растопки горючие жидкости, оставлять, сушить одежду на печах, дымоходах, топить печи в часы отдыха личного состава;

отогревать замерзшие трубы в зданиях открытым огнем;

устраивать в подвальных помещениях зданий мастерские и склады, связанные с обработкой или хранением горючих жидкостей и материалов;

преграждать доступ к средствам пожаротушения, электрощитам и электрорубильникам;

хранить на чердаках, лестничных клетках и в коридорах горючие материалы и имущество;

делать перегородки;

использовать не по назначению средства пожаротушения;

пользоваться неисправными электропроводкой и оборудованием;

применять электронагреваемые приборы без несгораемых подставок, заменять перегоревшие предохранители проволокой;

обертывать электролампы бумагой и материей;
заклеивать или закрывать провода обоями, плакатами;
применять в сети телефонные провода;
забивать запасные выходы и облицовывать сгораемыми материалами стены и потолки лестничных клеток и коридоров;
входные двери должны открываться наружу.

1.3. Защита государственной тайны

Закон Российской Федерации «О государственной тайне» [4] регулирует отношения, возникающие в связи с отнесением сведений к государственной тайне, их засекречиванием или рассекречиванием и защитой в интересах обеспечения безопасности Российской Федерации.

В Законе используются следующие основные понятия:

государственная тайна – защищаемые государством сведения в области его военной, внешнеполитической, экономической, разведывательной, контрразведывательной и оперативно-розыскной деятельности, распространение которых может нанести ущерб безопасности Российской Федерации;

носители сведений, составляющих государственную тайну, – материальные объекты, в том числе физические поля, в которых сведения, составляющие государственную тайну, находят свое отображение в виде символов, образов, сигналов, технических решений и процессов;

система защиты государственной тайны – совокупность органов защиты государственной тайны, используемых ими средств и методов защиты сведений, составляющих государственную тайну, и их носителей, а также мероприятий, проводимых в этих целях;

допуск к государственной тайне – процедура оформления права граждан на доступ к сведениям, составляющим государственную тайну, а предприятий, учреждений и организаций – на проведение работ с использованием таких сведений;

доступ к сведениям, составляющим государственную тайну, – санкционированное полномочным должностным лицом ознакомление конкретного лица со сведениями, составляющими государственную тайну;

гриф секретности – реквизиты, свидетельствующие о степени секретности сведений, содержащихся в их носителе, проставляемые на самом носителе и (или) в сопроводительной документации на него;

средства защиты информации – технические, криптографические, программные и другие средства, предназначенные для защиты сведений, составляющих государственную тайну, средства, в которых они реализованы, а также средства контроля эффективности защиты информации;

перечень сведений, составляющих государственную тайну, – совокупность категорий сведений, в соответствии с которыми сведения относятся к государственной тайне и засекречиваются на основаниях и в порядке, установленных федеральным законодательством.

Законодательство Российской Федерации о государственной тайне основывается на Конституции Российской Федерации, Законе Российской Федерации «О безопасности» и включает настоящий Закон, а также положения других актов законодательства, регулирующих отношения, связанные с защитой государственной тайны.

Государственную тайну составляют сведения в военной области:

о содержании стратегических и оперативных планов, документов боевого управления по подготовке и проведению операций, стратегическому, оперативному и мобилизационному развертыванию Вооруженных Сил Российской Федерации, других войск, воинских формирований и органов, предусмотренных Федеральным законом «Об обороне», об их боевой и мобилизационной готовности, о создании и об использовании мобилизационных ресурсов;

о планах строительства Вооруженных Сил Российской Федерации, других войск Российской Федерации, о направлениях развития вооружения и военной техники, о содержании и результатах выполнения целевых программ, научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по созданию и модернизации образцов вооружения и военной техники;

о разработке, технологии, производстве, об объемах производства, о хранении, об утилизации ядерных боеприпасов, их составных частей, делящихся ядерных материалов, используемых в ядерных боеприпасах, о технических средствах и (или) методах защиты ядер-

ных боеприпасов от несанкционированного применения, а также о ядерных энергетических и специальных физических установках оборонного значения;

о тактико-технических характеристиках и возможностях боевого применения образцов вооружения и военной техники, о свойствах, рецептурах или технологиях производства новых видов ракетного топлива или взрывчатых веществ военного назначения;

о дислокации, назначении, степени готовности, защищенности режимных и особо важных объектов, об их проектировании, строительстве и эксплуатации, а также об отводе земель, недр и акваторий для этих объектов;

о дислокации, действительных наименованиях, об организационной структуре, о вооружении, численности войск и состоянии их боевого обеспечения, а также о военно-политической и (или) оперативной обстановке.

Отнесение сведений к государственной тайне и их засекречивание осуществляется в соответствии с принципами законности, обоснованности и своевременности.

Законность отнесения сведений к государственной тайне и их засекречивание заключается в соответствии засекречиваемых сведений положениям статей 5 и 7 настоящего Закона и законодательству Российской Федерации о государственной тайне.

Обоснованность отнесения сведений к государственной тайне и их засекречивание заключается в установлении путем экспертной оценки целесообразности засекречивания конкретных сведений, вероятных экономических и иных последствий этого акта исходя из баланса жизненно важных интересов государства, общества и граждан.

Своевременность отнесения сведений к государственной тайне и их засекречивание заключается в установлении ограничений на распространение этих сведений с момента их получения (разработки) или заблаговременно.

Не подлежат отнесению к государственной тайне и засекречиванию сведения:

о чрезвычайных происшествиях и катастрофах, угрожающих безопасности и здоровью граждан, и их последствиях, а также о стихийных бедствиях, их официальных прогнозах и последствиях;

о состоянии здравоохранения, санитарии, демографии, образования, культуры, сельского хозяйства, а также о состоянии преступности;

о привилегиях, компенсациях и социальных гарантиях, предоставляемых государством гражданам, должностным лицам, предприятиям, учреждениям и организациям;

о фактах нарушения прав и свобод человека и гражданина;

о размерах золотого запаса и государственных валютных резервах Российской Федерации;

о состоянии здоровья высших должностных лиц Российской Федерации;

о фактах нарушения законности органами государственной власти и их должностными лицами;

составляющие информацию о состоянии окружающей среды (экологическую информацию).

Должностные лица, принявшие решения о засекречивании перечисленных сведений либо о включении их в этих целях в носители сведений, составляющих государственную тайну, несут уголовную, административную или дисциплинарную ответственность в зависимости от причиненного обществу, государству и гражданам материального и морального ущерба. Граждане вправе обжаловать такие решения в суд.

Степень секретности сведений, составляющих государственную тайну, должна соответствовать степени тяжести ущерба, который может быть нанесен безопасности Российской Федерации вследствие распространения указанных сведений.

Устанавливаются три степени секретности сведений, составляющих государственную тайну, и соответствующие этим степеням грифы секретности для носителей указанных сведений: **«особой важности»**, **«совершенно секретно»** и **«секретно»**.

Использование перечисленных грифов секретности для засекречивания сведений, не отнесенных к государственной тайне, не допускается.

Отнесение сведений к государственной тайне осуществляется в соответствии с **Перечнем сведений, составляющих государственную тайну**, определяемым настоящим Законом, руководителями

органов государственной власти в соответствии с Перечнем должностных лиц, наделенных полномочиями по отнесению сведений к государственной тайне, утвержденным Президентом Российской Федерации. Указанные лица несут персональную ответственность за принятые ими решения о целесообразности отнесения конкретных сведений к государственной тайне.

Допуск должностных лиц и граждан Российской Федерации к государственной тайне осуществляется в добровольном порядке.

Допуск лиц, имеющих двойное гражданство, лиц без гражданства, а также лиц из числа иностранных граждан, эмигрантов и реэмигрантов к государственной тайне осуществляется в порядке, устанавливаемом Правительством Российской Федерации.

Допуск должностных лиц и граждан к государственной тайне предусматривает:

принятие на себя обязательств перед государством по нераспространению доверенных им сведений, составляющих государственную тайну;

согласие на частичные, временные ограничения их прав в соответствии со статьей 24 настоящего Закона;

письменное согласие на проведение в отношении их полномочными органами проверочных мероприятий;

определение видов, размеров и порядка предоставления социальных гарантий, предусмотренных настоящим Законом;

ознакомление с нормами законодательства Российской Федерации о государственной тайне, предусматривающими ответственность за его нарушение;

принятие решения руководителем органа государственной власти, предприятия, учреждения или организации о допуске оформляемого лица к сведениям, составляющим государственную тайну.

Основаниями для отказа должностному лицу или гражданину в допуске к государственной тайне **могут являться:**

признание его недееспособным или ограниченно дееспособным на основании решения суда, вступившего в законную силу, наличие у него статуса обвиняемого (подсудимого) по уголовному делу о совершенном по неосторожности преступлении против государ-

ственной власти или об умышленном преступлении, наличие у него непогашенной или неснятой судимости за данные преступления, прекращение в отношении его уголовного дела (уголовного преследования) по нереабилитирующим основаниям, если со дня прекращения такого уголовного дела (уголовного преследования) не истек срок, равный сроку давности привлечения к уголовной ответственности за совершение этих преступлений;

наличие у него медицинских противопоказаний для работы с использованием сведений, составляющих государственную тайну, согласно перечню, утверждаемому федеральным органом исполнительной власти, уполномоченным в области здравоохранения и социального развития;

постоянное проживание его самого и (или) его близких родственников за границей и (или) оформление указанными лицами документов для выезда на постоянное жительство в другие государства;

включение его в список физических лиц, выполняющих функции иностранного агента, либо выявление в результате проверочных мероприятий действий оформляемого лица, создающих угрозу безопасности Российской Федерации;

уклонение его от проверочных мероприятий и (или) сообщение им заведомо ложных анкетных данных.

Должностные лица и граждане, виновные в нарушении законодательства Российской Федерации о государственной тайне, несут уголовную, административную, гражданско-правовую или дисциплинарную ответственность в соответствии с действующим законодательством.

Раздел 2

ОБЩЕВОИНСКИЕ УСТАВЫ ВООРУЖЕННЫХ СИЛ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Уставы Вооруженных Сил Российской Федерации – это свод законов воинской службы. Они служат законодательной основой решения задач по достижению высокой организованности, дисциплины и порядка, по совершенствованию боевой готовности армии и флота Российской Федерации.

Уставы Вооруженных Сил Российской Федерации подразделяются на боевые и общевоинские, которые представлены на рисунке 2.1.

Боевые уставы определяют основы действий соединений, частей и подразделений вида или рода Вооруженных Сил Российской Федерации при нанесении удара, в бою, боевых действиях (систематических боевых действиях), сражении, операции.



Рис. 1. Уставы Вооруженных Сил Российской Федерации

Общевоинские уставы представляют собой основополагающие документы, регламентирующие уклад жизни и деятельности личного состава Вооруженных Сил России. Положения этих уставов обязательны для всех военнослужащих Вооруженных Сил Российской Федерации, поэтому их называют общевоинскими.

Законодательной основой общевоинских уставов Вооруженных Сил Российской Федерации является Конституция Российской Федерации, Федеральный закон «Об Обороне» и другие Федеральные законы, регулирующие строительство Вооруженных Сил и прохождение военной службы в России, а также указы, приказы, и распоряжения Президента, нормативные акты Правительства Российской Федерации, и акты военного управления Центральных органов военного управления Вооруженными Силами Российской Федерации.

2. Военнослужащие и взаимоотношения между ними

2.1. Права, обязанности и ответственность военнослужащих

В жизни Вооруженных Сил Российской Федерации (сокращенно Вооруженных Сил России) общевоинские уставы занимают особое место. Их по праву считают сводом законов военной службы.

Знание положений общевоинских уставов Вооруженных Сил Российской Федерации, умение командиров (начальников) и подчиненных руководствоваться ими в повседневной деятельности во многом определяют эффективность функционирования воинского коллектива.

На командира (начальника), как единоначальника в соответствии с требованиями общевоинских уставов Вооруженных Сил Российской Федерации [6], возлагается ответственность за боевую и мобилизационную готовность вверенной ему воинской части (подразделения), за успешное выполнение боевых задач, за боевую подготовку, воспитание, воинскую дисциплину, морально-психологическое состояние личного состава и безопасность военной службы, за внутренний порядок, за состояние и сохранность вооружения, военной техники и другого военного имущества, за материальное, техническое, финансовое, бытовое обеспечение и медицинское обслуживание.

Выполняя должностные и специальные обязанности, командуя воинскими частями (подразделениями), командиры (начальники) обязаны знать и строго руководствоваться общевоинскими уставами Вооруженных Сил Российской Федерации и исполнять должностные и специальные обязанности только в интересах военной службы.

2.1.1. Общие положения общевоинских уставов Вооруженных Сил Российской Федерации

К общевоинским уставам Вооруженных Сил Российской Федерации [6] относятся:

Устав внутренней службы Вооруженных Сил Российской Федерации;
Дисциплинарный устав Вооруженных Сил Российской Федерации;
Устав гарнизонной и караульной служб Вооруженных Сил Российской Федерации;
Строевой устав Вооруженных Сил Российской Федерации.
Общевойсковые уставы Вооруженных Сил Российской Федерации представлены на рисунке 2.2.



Рис. 2.2. Общевоинские уставы Вооруженных Сил Российской Федерации.

Устав внутренней службы Вооруженных Сил Российской Федерации [11] определяет права и обязанности военнослужащих Вооруженных Сил Российской Федерации и взаимоотношения между ними, обязанности основных должностных лиц полка и его подразделений, а также правила внутреннего порядка.

Повседневная жизнь и деятельность военнослужащих в воинской части осуществляются в соответствии с требованиями внутренней службы.

Внутренняя служба предназначена для поддержания в воинской части внутреннего порядка и воинской дисциплины, обеспечения ее постоянной боевую готовность, безопасность военной службы, учебу личного состава, организованное выполнение им других задач в повседневной деятельности и охрану здоровья военнослужащих. Она организуется в соответствии с законодательством Российской Федерации и настоящим Уставом.

Выполнение требований внутренней службы развивает у военнослужащих чувство ответственности, самостоятельность, аккурат-

ность и добросовестность. Взаимопонимание, доброжелательность и готовность помочь друг другу способствуют укреплению войскового товарищества и сплочению воинских коллективов, позволяют не только выполнять задачи в повседневной деятельности, но и выдерживать тяжелые испытания в боевой обстановке.

Требования внутренней службы обязан знать и добросовестно выполнять каждый военнослужащий.

Руководство внутренней службой в воинской части осуществляет командир воинской части, а в расположении подразделений – командир подразделения.

Непосредственным организатором внутренней службы в воинской части является начальник штаба, а в расположении роты – старшина роты.

Дисциплинарный устав Вооруженных Сил Российской Федерации [3] определяет сущность воинской дисциплины, обязанности военнослужащих по ее соблюдению, виды поощрений и дисциплинарных взысканий, права командиров (начальников) по их применению, а также порядок подачи и рассмотрения обращений (предложений, заявлений и жалоб).

Устав гарнизонной и караульной служб Вооруженных Сил Российской Федерации [12] определяет предназначение, порядок организации и несения гарнизонной и караульной служб, права и обязанности должностных лиц гарнизона и военнослужащих, несущих эти службы, а также регламентирует проведение гарнизонных мероприятий с участием войск.

Воинские части, расположенные постоянно или временно в населенном пункте или вне его, составляют гарнизон. В состав крупного гарнизона, как правило, включаются все воинские части, расположенные в ближайших к нему населенных пунктах. В каждом гарнизоне организуются гарнизонная и караульная службы.

Гарнизонная служба имеет целью обеспечить согласованность действий войск гарнизона при переводе с мирного на военное время, необходимые условия для их повседневной деятельности и подготовки, а также проведение гарнизонных мероприятий с участием войск.

Караульная служба предназначена для надежной охраны и обороны боевых знамен, хранилищ (складов, парков) с вооружением,

военной техникой, другим военным имуществом, объектов Вооруженных Сил Российской Федерации и иных военных и государственных объектов, а также для охраны военнослужащих, содержащихся на гауптвахте и в дисциплинарной воинской части.

Руководство гарнизонной и караульной службами, за исключением охраны объектов Вооруженных Сил, военнослужащих, содержащихся на гауптвахтах и в дисциплинарных воинских частях, охраняемых военной полицией, в пределах военного округа осуществляет командующий войсками военного округа, а гарнизонной службой и службой гарнизонных караулов в границах территориального (местного) гарнизона – начальник соответствующего гарнизона.

Строевой устав Вооруженных Сил Российской Федерации [10] определяет строевые приемы и движение без оружия и с оружием; строи подразделений и воинских частей в пешем порядке и на машинах; порядок выполнения воинского приветствия, проведения строевого смотра; положение Боевого знамени воинской части в строю, порядок совместного выноса и относа Государственного флага Российской Федерации и Боевого знамени воинской части; обязанности военнослужащих перед построением и в строю и требования к их строевому обучению, а также способы передвижения военнослужащих на поле боя и действия при внезапном нападении противника.

На Вооруженные силы Российской Федерации возложена задача по обеспечению безопасности государства. Они призваны защищать свободу, независимость и конституционный строй России, народ и Отечество. Решение этой задачи немыслимо без постоянной боеготовности подразделений и частей.

Состояние боеготовности зависит от многих факторов, в числе которых состояние воинской дисциплины и регламентация всей повседневной деятельности военнослужащих и войск. Соответствующие правила, регламентирующие жизнь, быт и повседневную деятельность военнослужащих и войск, излагаются в общевоинских уставах.

Твердое знание всеми военнослужащими положений общевоинских уставов является одним из главных условий их выполнения. Поэтому организация изучения военнослужащими уставов должна быть предметом пристального внимания со стороны командиров всех степеней.

2.1.2. Права и обязанности военнослужащих

Прежде чем начать изучать права и обязанности военнослужащих, необходимо уяснить, что такое защита Отечества, что такое военная служба и кто имеет статус военнослужащего. Ответ на эти вопросы можно найти в части первой Устава внутренней службы Вооруженных Сил Российской Федерации [11]. Более подробно с вопросом можно ознакомиться в Конституции Российской Федерации и в Федеральном законе Российской Федерации «О статусе военнослужащих».

Защита Отечества является долгом и обязанностью гражданина на Российской Федерации (ст. 59 Конституции Российской Федерации).

Военная служба – особый вид федеральной государственной службы, исполняемой гражданами в Вооруженных Силах Российской Федерации, других войсках, воинских (специальных) формированиях и органах, осуществляющих функции по обеспечению обороны и безопасности государства.

Важной особенностью военной службы является обязательное принятие военной присяги каждым гражданином, впервые зачисленным на службу. После ее принятия военнослужащий приобретает полный объем своих служебных прав и обязанностей. Нарушение военной присяги влечет за собой дисциплинарную или уголовную ответственность.

Военная служба связана с риском для жизни военнослужащего и ответственностью за жизнь других людей. Она требует от военнослужащих не просто исполнительности, как в других видах государственной службы, а беспрекословности подчинения требованиям командиров (начальников) в любых условиях.

Военнослужащий – лицо (человек), исполняющее должностные обязанности, связанные с прохождением военной службы, которая призвана решать задачи в сфере безопасности и обороны государства, и в связи с этим, обладающее специальным правовым статусом.

Федеральным законом Российской Федерации «О воинской обязанности и военной службе» установлены следующие составы военнослужащих:

- солдаты, матросы, сержанты и старшины;
- прапорщики и мичманы;
- офицеры (младшие, старшие, высшие).

Для военнослужащих устанавливается военная форма одежды и знаки различия, которые утверждаются Президентом Российской Федерации.

Военная форма одежды носится строго в соответствии с «Правилами ношения военной формы одежды, знаков различия военнослужащих, ведомственных знаков отличия и иных геральдических знаков в Вооруженных Силах Российской Федерации», утвержденными Министром обороны Российской Федерации. Ношение военной формы одежды со знаками различия гражданами, не имеющими на это права, запрещено законом.

Военнослужащие при исполнении обязанностей военной службы, а при необходимости, и во внеслужебное время имеют право на хранение, ношение, применение и использование оружия.

К военнослужащим Вооруженных Сил Российской Федерации относятся:

офицеры, прапорщики и мичманы, курсанты военных профессиональных образовательных организаций, военных образовательных организаций высшего образования, сержанты и старшины, солдаты и матросы, проходящие военную службу по контракту (далее – военнослужащие, проходящие военную службу по контракту);

сержанты и старшины, солдаты и матросы, проходящие военную службу по призыву, курсанты военных профессиональных образовательных организаций, военных образовательных организаций высшего образования до заключения с ними контракта (далее – военнослужащие, проходящие военную службу по призыву).

Каждому военнослужащему присваиваются воинские звания. В Вооруженных Силах Российской Федерации они подразделяются на войсковые и корабельные; приведены в таблице 1.

Воинское звание может быть первым или очередным.

Первыми воинскими званиями считаются: для состава «офицеры» – младший лейтенант, лейтенант; для состава «прапорщики и мичманы» – прапорщик, мичман; для состава «солдаты, матросы; сержанты; старшины» – рядовой, матрос; младший сержант; старшина, старшина 2 статьи.

Очередное воинское звание присваивается военнослужащему в день истечения срока его военной службы в предыдущем воинском

Таблица 1

Состав и воинские звания военнослужащих

Состав военнослужащих	Воинские звания	
	войсковые	корабельные
Солдаты, матросы	Рядовой (курсант)	Матрос
	Ефрейтор	Старший матрос
Сержанты и старшины	Младший сержант	Старшина 2-й статьи
	Сержант	Старшина 1-й статьи
	Старший сержант	Главный старшина
	Старшина	Главный корабельный старшина
Прапорщики и мичманы	Прапорщик	Мичман
	Старший прапорщик	Старший мичман
Младшие офицеры	Младший лейтенант	Младший лейтенант
	Лейтенант	Лейтенант
	Старший лейтенант	Старший лейтенант
	Капитан	Капитан-лейтенант
Старшие офицеры	Майор	Капитан 3 ранга
	Подполковник	Капитан 2 ранга
	Полковник	Капитан 1 ранга
Высшие офицеры	Генерал-майор	Контр-адмирал
	Генерал-лейтенант	Вице-адмирал
	Генерал-полковник	Адмирал
	Генерал армии	Адмирал флота
	Маршал Российской Федерации	

званию, если он занимает воинскую должность (должность), для которой штатом предусмотрено воинское звание, равное или более высокое, чем воинское звание, присваиваемое военнослужащему.

Очередное воинское звание военнослужащему может быть присвоено досрочно за особые личные заслуги, по не выше воинского звания, предусмотренного штатом для занимаемой им воинской должности.

Права военнослужащих и порядок их реализации с учетом особенностей военной службы определяются законодательством Российской Федерации. Никто не вправе ограничивать военнослужащих в правах, гарантированных Конституцией и законодательством Рос-

сийской Федерации. Использование военнослужащими своих прав не должно наносить ущерба правам и законным интересам общества, государства, военной службе, правам других военнослужащих и иных граждан.

На граждан, обучающихся по программе военной подготовки и проходящих учебные сборы, распространяются права и обязанности военнослужащих. Общие положения и права военнослужащих изложены в ст. 5–15 Устава внутренней службы Вооруженных Сил Российской Федерации [11]. Их содержание сводится к следующему.

Государство гарантирует социальную и правовую защиту военнослужащих, осуществляет меры по созданию им достаточного и достойного жизненного уровня, улучшению условий службы и быта. Обеспечение и охрана прав военнослужащих возлагается на органы государственной власти и местного самоуправления, суды, правоохранительные органы, органы военного управления и командиров.

До приведения к Военной присяге военнослужащий не может назначаться на воинские должности, привлекаться к выполнению боевых задач (к участию в боевых действиях, несению боевого дежурства, боевой службы, караульной службы), **за военнослужащим не могут закрепляться вооружение и военная техника.**

Командиры (начальники), виновные в неисполнении обязанностей по реализации прав и законных интересов военнослужащих, несут за это установленную законодательством ответственность!

В соответствии с законодательством Российской Федерации содержание и объем прав, обязанностей и ответственности военнослужащих зависят от того, находятся ли они при исполнении обязанностей военной службы или нет.

Общие обязанности военнослужащих определены в ст. 16–23 Устава внутренней службы Вооруженных Сил Российской Федерации [11]. Их содержание сводится к следующему.

Военнослужащий Вооруженных Сил Российской Федерации в служебной деятельности руководствуется требованиями законов, воинских уставов и не должен быть связан с деятельностью общественных, иных организаций и объединений, преследующих политические цели.

Военнослужащий обязан:

быть верным Военной присяге, беззаветно служить своему народу, мужественно, умело, не щадя своей крови и самой жизни, защищать Российскую Федерацию, выполнять воинский долг, стойко переносить трудности военной службы;

строго соблюдать Конституцию и законы Российской Федерации, выполнять требования воинских уставов;

постоянно овладевать военными профессиональными знаниями, совершенствовать свою выучку и воинское мастерство;

знать и содержать в постоянной готовности к применению, вверенные ему вооружение и военную технику, беречь военное имущество;

быть честным, дисциплинированным, храбрым, при выполнении воинского долга проявлять разумную инициативу;

беспрекословно повиноваться командирам (начальникам) и защищать их в бою, оберегать Боевое Знамя воинской части;

дорожить войсковым товариществом, не щадя своей жизни, выручать товарищей из опасности, помогать им словом и делом, уважать честь и достоинство каждого, не допускать в отношении себя и других военнослужащих грубости и издевательств, удерживать их от недостойных поступков; соблюдать правила воинской вежливости, поведения и выполнения воинского приветствия, всегда быть по форме, чисто и аккуратно одетым;

быть бдительным, хранить государственную тайну.

Военнослужащие обязаны оказывать уважение друг к другу, действовать командирам в поддержании порядка и дисциплины.

Военнослужащий должен соблюдать требования безопасности военной службы, меры предупреждения заболеваний, травм и поражений, повседневно повышать физическую закалку и тренированность, воздерживаться от вредных привычек (курения, употребления алкоголя).

Военнослужащий обязан знать и неукоснительно соблюдать международные правила ведения военных действий, обращения с ранеными, больными, лицами, потерпевшими кораблекрушение, и гражданским населением в районе боевых действий, а также с военнопленными.

Военнослужащий в ходе боевых действий обязан оказывать решительное сопротивление противнику, избегая захвата в плен. Он обязан до конца выполнить в бою свой воинский долг.

Каждый военнослужащий, назначенный на воинскую должность, имеет должностные обязанности, которые определяют его полномочия, а также объем выполняемых им в соответствии с занимаемой воинской должностью задач [11, ст. 24].

Должностные обязанности исполняются только в интересах военной службы. Должностные обязанности и порядок их исполнения определяются федеральными законами, общевоинскими уставами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации, а также соответствующими руководствами, наставлениями, положениями, инструкциями или приказами командиров (начальников) применительно к требованиям Устава внутренней службы Вооруженных Сил Российской Федерации.

Военнослужащие, находящиеся на боевом дежурстве (боевой службе), в суточном и гарнизонном нарядах, привлеченные для ликвидации последствий стихийных бедствий, а также при других чрезвычайных обстоятельствах исполняют специальные обязанности. Эти обязанности и порядок их исполнения устанавливаются федеральными законами, общевоинскими уставами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации и носят, как правило, временный характер [11, ст. 25].

Для исполнения специальных обязанностей военнослужащие могут наделяться дополнительными правами (на применение оружия, специальных средств, физической силы, предъявление требований, обязательных для исполнения, подчинение строго определенным лицам и другими правами), которые определяются федеральными законами, общевоинскими уставами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации.

2.1.3. Ответственность военнослужащих

Ответственность военнослужащих определена ст. 26 – 32 Устава внутренней службы Вооруженных Сил Российской Федерации [11]. Их содержание сводится к следующему.

Военнослужащие независимо от воинского звания и воинской должности равны перед законом и могут привлекаться к дисциплинарной, административной, материальной, гражданско-правовой и уголовной ответственности в зависимости от характера и тяжести совершенного ими правонарушения.

К **дисциплинарной ответственности** военнослужащие привлекаются за дисциплинарные проступки, т.е. за противоправные, виновные действия (бездействие), выражающиеся в нарушении воинской дисциплины, которые в соответствии с законодательством Российской Федерации не влекут за собой уголовной или административной ответственности.

За административные правонарушения военнослужащие несут дисциплинарную ответственность в соответствии с Дисциплинарным уставом Вооруженных Сил Российской Федерации, за исключением административных правонарушений, за которые они несут ответственность на общих основаниях. При этом к военнослужащим не могут быть применены административные наказания в виде административного ареста, исправительных работ, а к сержантам, старшинам, солдатам и матросам, проходящим военную службу по призыву, курсантам военных образовательных учреждений профессионального образования до заключения с ними контракта о прохождении военной службы – также в виде административного штрафа.

К **материальной ответственности** военнослужащие привлекаются за материальный ущерб, причиненный по их вине государству при исполнении обязанностей военной службы, в соответствии с законодательством Российской Федерации.

К **гражданско-правовой ответственности** военнослужащие привлекаются за невыполнение или ненадлежащее исполнение предусмотренных федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации обязательств, за убытки и моральный вред, причиненные военнослужащими, не находящимися при исполнении обязанностей военной службы, государству, физическим и юридическим лицам, и в других случаях, предусмотренных федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации.

К **уголовной ответственности** военнослужащие привлекаются за совершение преступления, предусмотренного уголовным законодательством Российской Федерации.

Военнослужащие, подвергнутые дисциплинарному или административному взысканию в связи с совершением правонарушения, не освобождаются от уголовной ответственности за это правонарушение.

В случае совершения правонарушения, связанного с причинением государству материального ущерба, военнослужащие возмещают ущерб независимо от привлечения к дисциплинарной, административной или уголовной ответственности за действия (бездействие), которыми причинен ущерб.

При привлечении военнослужащих к ответственности недопустимо ущемление их чести и достоинства.

2.2. Взаимоотношения между военнослужащими

Порядок взаимоотношений между военнослужащими определен ст. 33-74 Устава внутренней службы Вооруженных Сил Российской Федерации [11] и заключается в следующем.

2.2.1. Единоначалие.

Командиры (начальники) и подчиненные

Одним из принципов строительства Вооруженных Сил Российской Федерации и руководства ими, взаимоотношений между военнослужащими является **единоначалие**. Оно заключается в наделении командира (начальника) всей полнотой распорядительной власти по отношению к подчиненным и возложении на него персональной ответственности перед государством за все стороны жизни и деятельности воинской части, подразделения и каждого военнослужащего.

Единоначалие выражается в праве командира (начальника), исходя из всесторонней оценки обстановки, единолично принимать решения, отдавать соответствующие приказы в строгом соответствии с требованиями законов и воинских уставов и обеспечивать их выполнение.

По своему служебному положению и воинскому званию одни военнослужащие по отношению к другим могут быть начальниками или подчиненными.

Начальник имеет право отдавать подчиненному приказы и требовать их исполнения. Начальник должен быть для подчиненного примером тактичности и выдержанности и не должен допускать как фамильярности, так и предвзятости. За действия, унижающие человеческое достоинство подчиненного, начальник несет ответственность.

Подчиненный обязан беспрекословно выполнять приказы начальника. Выполнив приказ, он может подать жалобу, если считает, что по отношению к нему поступили неправильно.

Лица гражданского персонала Вооруженных Сил Российской Федерации являются начальниками для подчиненных в соответствии с занимаемой штатной должностью.

Начальники, которым военнослужащие подчинены по службе, хотя бы и временно, являются **прямыми начальниками**.

Ближайший к подчиненному прямой начальник называется **непосредственным начальником**.

По своему воинскому званию начальниками являются состоящие на военной службе:

маршалы Российской Федерации, генералы армии, адмиралы флота – для старших и младших офицеров, прапорщиков, мичманов, сержантов, старшин, солдат и матросов;

генералы, адмиралы, полковники и капитаны 1 ранга – для младших офицеров, прапорщиков, мичманов, сержантов, старшин, солдат и матросов;

старшие офицеры в воинских званиях подполковник, капитан 2 ранга, майор, капитан 3 ранга – для прапорщиков, мичманов, сержантов, старшин, солдат и матросов;

младшие офицеры – для сержантов, старшин, солдат и матросов;

прапорщики и мичманы – для сержантов, старшин, солдат и матросов одной с ними воинской части;

сержанты и старшины – для солдат и матросов одной с ними воинской части.

Военнослужащие, которые по своему служебному положению и воинскому званию не являются по отношению к другим военнослужащим их начальниками или подчиненными, могут быть старшими или младшими.

Старшинство определяется воинскими званиями военнослужащих.

Старшие по воинскому званию в случае нарушения младшими воинской дисциплины, общественного порядка, правил поведения, ношения военной формы одежды и выполнения воинского приветствия должны требовать от них устранения этих нарушений. **Младшие** по воинскому званию обязаны беспрекословно выполнять эти требования старших.

При совместном выполнении обязанностей военнослужащими, не подчиненными друг другу, когда их служебные взаимоотношения не определены командиром (начальником), старший из них по должности, а при равных должностях старший по воинскому званию является начальником.

2.2.2. Приказ (приказание), порядок его отдачи и выполнения

Приказ – распоряжение командира (начальника), обращенное к подчиненным и требующее обязательного выполнения определенных действий, соблюдения тех или иных правил или устанавливающее какой-либо порядок, положение.

Приказ может быть отдан в письменном виде, устно или по техническим средствам связи одному или группе военнослужащих. Приказ, отданный в письменном виде, является основным распорядительным служебным документом (нормативным актом) военного управления, издаваемым на правах единоначалия командиром воинской части. Устные приказы имеют право отдавать подчиненным все командиры (начальники).

Обсуждение (критика) приказа недопустимо, а неисполнение приказа командира (начальника), отданного в установленном порядке, является преступлением против военной службы.

Приказание – форма доведения командиром (начальником) задач до подчиненных по частным вопросам. Приказание

отдается в письменном виде или устно. Приказание, отданное в письменном виде, является распорядительным служебным документом, издаваемым начальником штаба от имени командира воинской части или военным комендантом – от имени начальника гарнизона.

Приказ (приказание) должен соответствовать федеральным законам, общевоинским уставам и приказам вышестоящих командиров (начальников). Отдавая приказ (приказание), командир (начальник) не должен допускать злоупотребления должностными полномочиями или их превышения.

Командирам (начальникам) запрещается отдавать приказы (приказания), не имеющие отношения к исполнению обязанностей военной службы или направленные на нарушение законодательства Российской Федерации. Командиры (начальники), отдавшие такие приказы (приказания), привлекаются к ответственности в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Приказ формулируется ясно, кратко и четко без употребления формулировок, допускающих различные толкования.

Командир (начальник) перед отдачей приказа обязан всесторонне оценить обстановку и предусмотреть меры по обеспечению его выполнения.

Приказы отдаются в порядке подчиненности. При крайней необходимости старший начальник может отдать приказ подчиненному, минуя его непосредственного начальника. В таком случае он сообщает об этом непосредственному начальнику подчиненного или подчиненный сам докладывает о получении приказа своему непосредственному начальнику.

Приказ командира (начальника) должен быть выполнен беспрекословно, точно и в срок. Военнослужащий, получив приказ, отвечает: «**Есть**» – и затем выполняет его.

При необходимости убедиться в правильном понимании отданного им приказа командир (начальник) может потребовать его повторения, а военнослужащий, получивший приказ, – обратиться к командиру (начальнику) с просьбой повторить его.

Выполнив приказ, военнослужащий, несогласный с приказом, может его обжаловать.

О выполнении полученного приказа военнослужащий обязан доложить начальнику, отдавшему приказ, и своему непосредственному начальнику.

Подчиненный, не выполнивший приказ командира (начальника), отданный в установленном порядке, привлекается к уголовной ответственности по основаниям, предусмотренным законодательством Российской Федерации.

Командир (начальник) несет ответственность за отданный приказ (приказание) и его последствия, за соответствие содержания приказа (приказания) требованиям статьи 41 Устава внутренней службы Вооруженных Сил Российской Федерации и за непринятие мер по обеспечению его выполнения.

Отменить приказ (приказание) имеет право только командир (начальник), его отдавший, либо вышестоящий прямой начальник.

Если военнослужащий, выполняющий приказ, получит от старшего командира (начальника) новый приказ, который помешает выполнить первый, он докладывает об этом начальнику, отдавшему новый приказ, и в случае подтверждения нового приказа выполняет его.

Начальник, отдавший новый приказ, сообщает об этом начальнику, отдавшему первый приказ.

2.2.3. О воинской вежливости и поведении военнослужащих

Военнослужащие должны постоянно служить примером высокой культуры, скромности и выдержанности, свято блюсти воинскую честь, защищать свое достоинство и уважать достоинство других. Они должны помнить, что по их поведению судят не только о них, но и о чести Вооруженных Сил в целом.

Важную роль во взаимоотношениях между военнослужащими играет воинское приветствие, которое является воплощением товарищеской сплоченности военнослужащих, свидетельством взаимного уважения и проявлением вежливости и воспитанности.

Все военнослужащие обязаны при встрече (обгоне) приветствовать друг друга. Подчиненные и младшие по воинскому званию приветствуют первыми, а при равном положении первым приветствует тот, кто считает себя более вежливым и воспитанным.

Военнослужащие обязаны, кроме того, выполнять воинское приветствие, отдавая дань уважения:

Могиле Неизвестного Солдата;

братским могилам воинов, павших в боях за свободу и независимость Отечества;

Государственному флагу Российской Федерации, Боевому знамени воинской части, а также Военно-морскому флагу при каждом прибытии на корабль и убытии с корабля;

похоронным процессиям, сопровождаемым воинскими подразделениями.

При нахождении вне строя, как во время занятий, так и в свободное от занятий время военнослужащие воинских частей (подразделений) приветствуют начальников по команде **«Смирно»** или **«Встать. Смирно»**.

При исполнении Государственного гимна Российской Федерации военнослужащие, находящиеся в строю, принимают строевую стойку без команды, а командиры подразделений от взвода и выше, кроме того, прикладывают руку к головному убору.

Военнослужащие, находящиеся вне строя, при исполнении Государственного гимна Российской Федерации принимают строевую стойку, а при надетом головном уборе прикладывают к нему руку.

При обращении начальника или старшего к отдельным военнослужащим они, за исключением больных, принимают строевую стойку и называют свою должность, воинское звание и фамилию. При рукопожатии старший подает руку первым. Если старший без перчаток, младший перед рукопожатием снимает перчатку с правой руки. Военнослужащие без головного убора сопровождают рукопожатие легким наклоном головы.

Взаимоотношения между военнослужащими строятся на основе взаимного уважения. По вопросам службы они должны обращаться друг к другу на **«вы»**. При личном обращении воинское звание называется без указания рода войск или службы.

Начальники и старшие, обращаясь по службе к подчиненным и младшим, называют их по воинскому званию и фамилии или только по званию, добавляя в последнем случае перед званием слово «товарищ». Например: **«Рядовой Петров (Петрова)»**, **«Товарищ рядо-**

вой», «Сержант Кольцов (Кольцова)», «Товарищ сержант», «Мичман Иванов (Иванова)» и т.п.

Курсантов военных образовательных учреждений профессионального образования, не имеющих воинских званий сержантского и старшинского состава, состава прапорщиков и мичманов, а также курсантов учебных воинских частей (подразделений) при обращении к ним называть: **«Курсант Иванов», «Товарищ курсант».**

Подчиненные и младшие, обращаясь по службе к начальникам и старшим, называют их по воинскому званию, добавляя перед званием слово «товарищ». Например: **«Товарищ старший лейтенант», «Товарищ контр-адмирал».**

При обращении к военнослужащим гвардейских соединений и воинских частей перед воинским званием добавляется слово «гвардии». Например: **«Товарищ гвардии старшина 1 статьи», «Товарищ гвардии полковник».**

Во внеслужбное время и вне строя офицеры могут обращаться друг к другу не только по воинскому званию, но и по имени и отчеству. В повседневной жизни офицерам разрешается применять утвердительное выражение **«слово офицера»** и при прощании друг с другом допускается вместо **«до свидания»** говорить **«честь имею».**

При обращении к лицам гражданского персонала Вооруженных Сил Российской Федерации военнослужащие называют их по воинской должности, добавляя перед названием должности слово **«товарищ».**

Искажение воинских званий, употребление нецензурных слов, кличек и прозвищ, грубость и фамильярное обращение несовместимы, с понятием воинской чести и достоинством военнослужащих.

Вне строя, отдавая или получая приказ, военнослужащие обязаны принять строевую стойку, а при надетом головном уборе приложить к нему руку и опустить ее.

Докладывая или принимая доклад, военнослужащий опускает руку от головного убора по окончании доклада. Если перед докладом подавалась команда **«Смирно»**, то докладывающий по команде начальника **«Вольно»** повторяет ее и опускает руку от головного убора.

При обращении к другому военнослужащему в присутствии командира (начальника) или старшего у него необходимо спросить на

это разрешение. Например: **«Товарищ полковник. Разрешите обратиться к капитану Иванову».**

В общественных местах, а также в трамвае, троллейбусе, автобусе, вагоне метро и пригородных поездах при отсутствии свободных мест военнослужащий обязан предложить свое место начальнику (старшему).

Если при встрече нельзя свободно разойтись с начальником (старшим), то подчиненный (младший) обязан уступить дорогу и, приветствуя, пропустить его, при необходимости обогнать начальника (старшего) подчиненный (младший) должен спросить на то разрешение.

Военнослужащие должны соблюдать вежливость по отношению к гражданскому населению проявлять особое внимание к пожилым людям, женщинам и детям, способствовать защите чести и достоинства граждан, а также оказывать им помощь при несчастных случаях, пожарах и стихийных бедствиях.

Военнослужащим запрещается держать руки в карманах одежды, сидеть или курить в присутствии начальника (старшего) без его разрешения, а также курить на улицах на ходу и в местах, не отведенных для этой цели!

Трезвый образ жизни должен быть повседневной нормой поведения всех военнослужащих. Появление в нетрезвом виде на службе и в общественных местах является **грубым дисциплинарным проступком**, позорящим честь и достоинство военнослужащего.

Правила воинской вежливости, поведения и выполнения воинского приветствия обязательны также для граждан, пребывающих в запасе или находящихся в отставке, при ношении ими военной формы одежды. Они должны строго соблюдать установленные правила ношения военной формы одежды.

Вопросы для контроля и самопроверки

1. Перечислите, какие уставы Вооруженных Сил Российской Федерации относятся к общевоинским уставам Вооруженных Сил Российской Федерации?
2. Что определяет Устав внутренней службы Вооруженных Сил Российской Федерации?
3. Что определяет Дисциплинарный устав Вооруженных Сил Российской Федерации?

4. Что определяет Устав гарнизонной и караульной служб Вооруженных Сил Российской Федерации?
5. Что определяет Строевой устав Вооруженных Сил Российской Федерации?
6. Кто является военнослужащим в Российской Федерации?
7. На какие составы подразделяются все военнослужащие Вооруженных Сил Российской Федерации?
8. Какие обязанности относятся к общим обязанностям военнослужащих?
9. Какими документами определяются должностные обязанности военнослужащих?
10. К каким видам ответственности могут привлекаться военнослужащие?
11. По каким основаниям могут привлекаться к ответственности военнослужащие?
12. Какое существует соотношение между военнослужащими по служебному положению и воинскому званию?
13. Кто является для военнослужащего прямым (непосредственным) начальником?
14. Кто является прямым начальником для солдат по служебному положению (воинскому званию)?
15. Чем определяется старшинство среди военнослужащих?
16. Какими правами пользуются старшие по воинскому званию в отношении младших?
17. Что такое приказ (приказание) начальника?
18. Чем является приказ для подчиненных?
19. Как отдается приказ (приказание) подчиненным военнослужащим в устной форме?
20. Как подчиненный военнослужащий принимает устный приказ (приказание)?
21. Чем является воинское приветствие для военнослужащих?
22. Какие обязанности по воинскому приветствию должны выполнять военнослужащие?
23. Что можете сказать о существующих правилах поведения военнослужащих?
24. Что можете сказать о правилах обращения военнослужащих между собой?

3. Внутренний порядок

Повседневная жизнь и деятельность военнослужащих в воинской части осуществляются в соответствии с требованиями внутренней службы, которые изложены в части второй Устава внутренней службы Вооруженных Сил Российской Федерации [11] и заключаются в следующем.

Внутренняя служба предназначена для поддержания в воинской части **внутреннего порядка и воинской дисциплины**, обеспечивающих ее постоянную боевую готовность, безопасность военной службы, учебу личного состава, организованное выполнение им других задач в повседневной деятельности и охрану здоровья военнослужащих. Она организуется в соответствии с законодательством Российской Федерации и Уставом внутренней службы Вооруженных Сил Российской Федерации.

Внутренний порядок – это строгое соблюдение военнослужащими определенных федеральными законами, общевойсковыми уставами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации правил размещения, быта в воинской части (подразделении), несения службы суточным нарядом и выполнение других мероприятий повседневной деятельности [11, ст. 163].

Воинская дисциплина есть строгое и точное соблюдение всеми военнослужащими порядка и правил, установленных федеральными конституционными законами, федеральными законами, общевойсковыми уставами Вооруженных Сил Российской Федерации, иными нормативными правовыми актами Российской Федерации и приказами (приказаниями) командиров (начальников) [3, ст. 1].

Внутренний порядок достигается:

знанием, пониманием, сознательным и точным исполнением всеми военнослужащими обязанностей, определенных федеральными законами, общевойсковыми уставами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации;

целенаправленным воспитанием военнослужащих, сочетанием высокой требовательности командиров (начальников) с постоянной заботой о подчиненных и об охране их здоровья;

- организацией боевой подготовки;
- образцовым несением боевого дежурства (боевой службы) и службы в суточном наряде;
- точным выполнением распорядка дня и регламента служебного времени;
- соблюдением правил эксплуатации вооружения, военной техники и другого военного имущества;
- созданием в местах расположения военнослужащих условий для их повседневной деятельности, жизни и быта, отвечающих требованиям общевоинских уставов;
- соблюдением безопасных условий военной службы, обеспечивающих защищенность военнослужащих, местного населения и окружающей среды от опасностей, возникающих в ходе выполнения мероприятий повседневной деятельности воинской части (подразделения).

3.1. Размещение военнослужащих

Военнослужащие, проходящие военную службу по призыву, кроме находящихся на кораблях, размещаются в казармах.

Для размещения каждой роты должны быть предусмотрены следующие помещения:

- спальное помещение (жилые комнаты);
- комната информирования и досуга (психологической разгрузки) военнослужащих;
- канцелярия роты;
- комната для хранения оружия;
- комната (место) для чистки оружия;
- комната (место) для спортивных занятий;
- комната бытового обслуживания;
- кладовая для хранения имущества роты и личных вещей военнослужащих;
- место для чистки обуви;
- сушилка для обмундирования;
- комната для умывания;
- душевая;
- туалет.

Размещение военнослужащих, проходящих военную службу по призыву (кроме находящихся на кораблях), в **спальных помещениях (жилых комнатах)** производится из расчета не менее 12 куб. м объема воздуха на одного человека.

Кровати в спальнях устанавливаются так, чтобы около каждой из них или около двух сдвинутых вместе оставались места для прикроватных тумбочек, а между рядами кроватей было свободное место, необходимое для построения личного состава, как показано на рис. 3.1; кровати располагаются не ближе 50 см от наружных стен с соблюдением равенства.



Рис. 3.1. Спальное помещение

Кровати в жилых комнатах роты должны располагаться в один ярус, а в спальнях допускается два яруса.

В прикроватной тумбочке хранятся туалетные и бритвенные принадлежности, носовые платки, подворотнички, принадлежности для чистки одежды и обуви, банные принадлежности и другие мелкие предметы личного пользования, а также книги, уставы, фотоальбомы, тетради и другие письменные принадлежности.

Постели военнослужащих, размещенных в казарме, состоят из одеял, простынь, подушек с наволочками, матрацев и подстилок. Постели однообразно заправляются. Запрещается садиться и ложиться на постель в обмундировании (кроме дежурного по роте при отдыхе).

Порядок хранения обмундирования, других предметов вещевого имущества личного пользования военнослужащих, проходящих военную службу по призыву, а также средств индивидуальной защиты, кроме противогазов, определяется министром обороны Российской Федерации.

Порядок хранения фотоаппаратов, магнитофонов, радиоприемников и другой бытовой радиоэлектронной техники и порядок пользования ими в расположении полка определяется командиром полка.

Стрелковое оружие и боеприпасы, в том числе учебные, в подразделениях хранятся в **комнате для хранения оружия** – отдельной комнате с металлическими решетками на окнах, находящейся под постоянной охраной лиц суточного наряда и оборудованной техническими средствами охраны, оснащенными основными и резервными источниками питания, с выводом информации (звуковой и световой) к дежурному по полку. Комната для хранения оружия представлена на рис. 3.2.

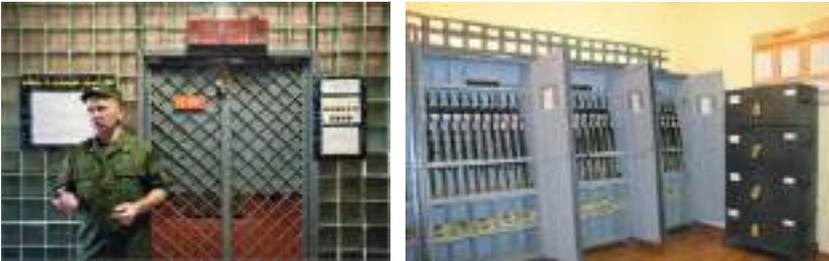


Рис. 3.2. Комната для хранения оружия

Пулеметы, автоматы, карабины, винтовки, приборы учебных стрельб и ручные гранатометы, а также штыки-ножи (штыки) хранятся в пирамидах, а пистолеты и боеприпасы – в металлических, закрывающихся на замок шкафах (сейфах) или ящиках.

Пирамиды с оружием, шкафы (сейфы) и ящики с пистолетами и боеприпасами, а также комната для хранения оружия должны закрываться на замки и опечатываться мастичными печатями: пирамиды и комната – печатью дежурного по роте, шкафы (сейфы) и ящики с пистолетами и боеприпасами – печатью старшины роты.

Ключи от комнаты для хранения оружия и пирамид должны быть в отдельной связке и постоянно находиться у дежурного по роте, а ключи от шкафов (сейфов), ящиков с пистолетами и боеприпасами – у старшины роты. Передавать ключи кому бы то ни было, в том числе во время отдыха, запрещается.

Комната (место) для спортивных занятий оборудуется, как показано на рис. 3.3, спортивным инвентарем.



Рис. 3.3. Комната (место) для спортивных занятий

В роте оборудуются, как показано на рис. 3.4:

душевая – из расчета 3–5 душевых сеток на этажную казарменную секцию (при оборудовании жилыми ячейками с блоком санитарно-бытовых помещений – душевая на 3–4 человека);

комната для умывания – из расчета один умывальник на 5–7 человек (при оборудовании жилыми ячейками с блоком санитарно-бытовых помещений – умывальник на 3–4 человека);

туалет – из расчета один унитаз и один писсуар на 10–12 человек (при оборудовании жилыми ячейками с блоком санитарно-бытовых помещений – туалет на 3–4 человека);

ножная ванна с проточной водой (в комнате для умывания) – на 30–35 человек;

мойка на этажную казарменную секцию для стирки обмундирования военнослужащими.



Рис. 3.4. Душевая комната, умывальник и туалет

Для чистки обмундирования и обуви отводятся отдельные, специально оборудованные помещения или места.

Одежда, белье и обувь военнослужащих при необходимости просушиваются в сушилках.

Комната бытового обслуживания оборудуется, как показано на рис. 3.5, столами для утюжки обмундирования, плакатами с правилами ношения военной формы одежды и знаков различия, ремонта обмундирования, зеркалами и обеспечивается стульями (табуретами), необходимым количеством утюгов, а также инвентарем и инструментом для стрижки волос, производства текущего ремонта обмундирования ремонтными материалами и принадлежностями.



Рис. 3.5. Комната бытового обслуживания.

В спальнях или в других помещениях для личного состава на видном месте вывешиваются на специальных щитах распорядок дня, регламент служебного времени, расписание занятий, листы нарядов, схема размещения личного состава, описание имущества и необходимые инструкции, а также могут быть установлены телевизоры, радиоаппаратура, холодильники и другая бытовая техника.

Все здания и помещения, а также территория содержатся в чистоте и порядке.

Все помещения обеспечиваются достаточным количеством урн для мусора, а места для курения – урнами с водой (обеззараживающей жидкостью).

У наружных входов в помещения устанавливаются приспособления для очистки обуви от грязи и урны для мусора.

Ежедневная уборка помещений производится очередными уборщиками под непосредственным руководством дежурного по роте.

Поддержание чистоты в помещениях во время занятий возлагается на дневальных.

Кроме ежедневной уборки один раз в неделю производится общая уборка всех помещений под руководством старшины роты. Во время общей уборки постельные принадлежности (матрацы, подушки, одеяла) выносятся во двор для проветривания.

Зимой в жилых помещениях поддерживается температура воздуха не ниже +18°C, а в медицинских учреждениях – не ниже +20°C, в остальных помещениях – согласно установленным нормам. Термометры вывешиваются в помещениях на внутренних стенах, вдали от печей и нагревательных приборов, на высоте 1,5 м от пола.

Проветривание помещений в казармах производится дневальными под наблюдением дежурного по роте: в спальнях комнатах – перед сном и после сна, в классах – перед занятиями и в перерывах между ними.

У входа в казармы, в комнатах для хранения оружия, коридорах, на лестницах и в туалетах с наступлением темноты и до рассвета поддерживается полное освещение, в спальнях помещений казармы в часы, предусмотренные для сна, – дежурное освещение. Наблюдение за режимом освещения возлагается на дежурных и дневальных.

3.2. Распределение времени и внутренний порядок в повседневной деятельности военнослужащих

Распределение времени в воинской части осуществляется так, чтобы обеспечивалась ее постоянная боевая готовность и создавались условия для проведения организованной боевой учебы личного состава, поддержания порядка, воинской дисциплины и внутреннего порядка, воспитания военнослужащих, повышения их культурного уровня, всестороннего бытового обслуживания, своевременного отдыха и приема пищи.

Военнослужащим, проходящим военную службу по призыву, предоставляется не менее одних суток отдыха еженедельно.

Распределение времени в воинской части в течение суток, а по некоторым положениям и в течение недели осуществляется распорядком дня и регламентом служебного времени.

Распорядок дня воинской части определяет по времени выполнение основных мероприятий повседневной деятельности, учебы и быта личного состава подразделений и штаба воинской части.

Регламентом служебного времени военнослужащих, проходящих военную службу по контракту, в дополнение к распорядку дня устанавливаются сроки и продолжительность выполнения этими военнослужащими мероприятий повседневной деятельности, вытекающих из обязанностей военной службы.

Регламентом служебного времени военнослужащих, проходящих военную службу по контракту, должно предусматриваться время их прибытия на службу и убытия с нее, время перерыва для приема пищи (обеда), самостоятельной подготовки (не менее четырех часов), ежедневной подготовки к проведению занятий и время на физическую подготовку (общей продолжительностью не менее трех часов в неделю). При определении регламента служебного времени учитывается необходимость исполнения военнослужащими должностных обязанностей в соответствии с распорядком дня, а также выполнения мероприятий, направленных на поддержание воинской части (подразделения) в постоянной боевой готовности.

Регламент служебного времени при несении службы в суточном наряде определяется общевоинскими уставами и соответствующими инструкциями.

Распорядок дня и регламент служебного времени устанавливает командир воинской части или соединения с учетом вида и рода войск Вооруженных Сил, задач, стоящих перед воинской частью, времени года, местных и климатических условий. Они разрабатываются на период обучения и могут уточняться командиром воинской части (соединения) на время боевых стрельб, полевых выходов, проведения учений, маневров, походов кораблей, несения боевого дежурства (боевой службы), службы в суточном наряде и других мероприятий с учетом особенностей их выполнения.

Распорядок дня и регламент служебного времени находятся в документации суточного наряда, а также в штабе воинской части и в канцеляриях подразделений.

В распорядке дня должно быть предусмотрено время для проведения утренней физической зарядки, утреннего и вечернего ту-

лета, утреннего осмотра, учебных занятий и подготовки к ним, смены специальной (рабочей) одежды, чистки обуви и мытья рук перед приемом пищи, приема пищи, ухода за вооружением и военной техникой, воспитательной, культурно-досуговой и спортивно-массовой работы, информирования личного состава, прослушивания радио и просмотра телепрограмм, приема больных в медицинском пункте, личных потребностей военнослужащих (не менее 2 часов), вечерней прогулки, поверки и 8 часов для сна.

После подъема проводятся утренняя физическая зарядка, уборка помещений и территории, заправка постелей, утренний туалет и утренний осмотр.

На утренних осмотрах проверяются наличие личного состава, внешний вид военнослужащих и соблюдение ими правил личной гигиены.

Боевая подготовка является основным содержанием повседневной деятельности военнослужащих.

На занятиях и учениях должен присутствовать весь личный состав полка, за исключением военнослужащих, находящиеся в суточном наряде. Занятия начинаются и заканчиваются по сигналу в часы, установленные распорядком дня (регламентом служебного времени).

Перед выходом на занятия командиры отделений и заместители командиров взводов проверяют наличие подчиненных и осматривают, по форме ли они одеты, правильно ли пригнано снаряжение и не заряжено ли оружие.

По окончании занятий и учений командиры подразделений лично проверяют наличие и комплектность всего вооружения, военной техники и учебно-тренировочных средств, а также наличие стрелкового оружия, боеприпасов. Оружие и сумки для магазинов проверяются командирами отделений. Результаты проверки докладываются по команде. Неизрасходованные боеприпасы и гильзы сдаются в установленном порядке.

По окончании занятий и учений осуществляется уборка мест проведения занятий, чистка оружия и шанцевого инструмента, техническое обслуживание вооружения и военной техники.

Завтрак, обед и ужин проводятся, как показано на рис. 3.6, в столовой в соответствии с распорядком дня. Промежутки между приемами пищи не должны превышать 7 часов.



Рис. 3.6. Прием пищи в столовой

Солдаты и сержанты прибывают в столовую в вычищенной одежде и обуви, в строю под командой старшины роты или по его указанию одного из заместителей командиров взводов.

В столовой во время приема пищи должен соблюдаться порядок. Запрещается принимать пищу в головных уборах, шинелях (утепленных куртках) и в специальной (рабочей) форме одежды.

После обеда в течение не менее 30 минут не должны проводиться занятия или работы.

Собрания, заседания, а также спектакли, кинофильмы и другие общественные мероприятия должны заканчиваться до вечерней прогулки.

Перед вечерней поверкой военнослужащих, проходящих военную службу по призыву, под руководством старшины роты или одного из заместителей командиров взводов проводится **вечерняя прогулка**. Во время вечерней прогулки личный состав исполняет строевые песни в составе подразделений.

После прогулки проводится **вечерняя поверка**. По команде дежурного по роте **«Рота, на вечернюю поверку – СТАНОВИСЬ»** заместители командиров взводов (командиры отделений) выстраивают свои подразделения для поверки. Дежурный по роте, построив роту, докладывает старшине о построении роты на вечернюю поверку.

Старшина роты или лицо, его замещающее, подает команду «СМИРНО» и приступает, как показано на рис. 3.7, к вечерней поверке.

В начале вечерней поверки он называет воинские звания, фамилии военнослужащих, зачисленных за совершенные ими подвиги в список роты навечно или почетными солдатами. Услышав фамилию каждого из указанных военнослужащих, заместитель командира первого взвода докладывает: «Такой-то (воинское звание и фамилия) пал смертью храбрых в бою за свободу и независимость Оте-



Рис. 3.7. Вечерняя поверка

чества – Российской Федерации» или «Почетный солдат роты (воинское звание и фамилия) находится в запасе».

После этого старшина роты поверяет личный состав роты по именному списку. Услышав свою фамилию, каждый военнослужащий отвечает: «Я». За отсутствующих отвечают командиры отделений. Например: «В карауле», «В отпуске».

По окончании вечерней поверки старшина роты подает команду «ВОЛЬНО», объявляет приказы и приказания в части, касающейся всех военнослужащих, наряд на следующий день и производит (уточняет) боевой расчет на случай тревоги, при пожаре и возникновении других чрезвычайных ситуаций, а также при внезапном нападении на расположение воинской части (подразделения).

В установленный час подается сигнал «Отбой», включается дежурное освещение и соблюдается полная тишина.

Каждую неделю, как правило, в субботу, в полку проводится парково-хозяйственный день в целях обслуживания вооружения, военной техники и другого военного имущества, дооборудования и благоустройства парков и объектов учебно-материальной базы, приведения в порядок военных городков и производства других работ. В этот же день обычно производится общая уборка всех помещений, а также помывка личного состава в бане.

Воскресные и праздничные дни являются днями отдыха для всего личного состава, кроме несущего боевое дежурство (боевую службу) и службу в суточном и гарнизонном нарядах. В эти дни, а также в свободное от занятий время с личным составом проводятся культурно-досуговая работа, спортивные состязания и игры.

Накануне дней отдыха концерты, кинофильмы и другие мероприятия для военнослужащих, проходящих военную службу по призыву, разрешается оканчивать на 1 час позднее обычного, подъем в дни отдыха производить позднее обычного, в час, установленный командиром воинской части.

В дни отдыха утренняя физическая зарядка не проводится.

Военнослужащий, проходящий военную службу по призыву, если на него не наложено дисциплинарное взыскание «лишение очередного увольнения», имеет право на одно увольнение в неделю из расположения полка.

Военнослужащие, проходящие военную службу по призыву, увольняются из расположения полка командиром роты в назначенные командиром полка дни и часы. Одновременно из подразделения может быть уволено не более 30% военнослужащих. Солдаты первого года службы увольняются из расположения полка после приведения их к Военной присяге. В субботу и предпраздничные дни разрешается увольнение до 24 часов, а в воскресенье и праздничные дни – до вечерней поверки.

С разрешения командира батальона командир роты может предоставить военнослужащему увольнение по уважительной причине и в другие дни недели после учебных занятий до отбоя или до утра следующего дня (по не позднее, чем за 2 часа до начала занятий).

Увольнение производится в порядке очередности. Очередность увольнения ведут заместители командиров взводов.

Посещение военнослужащих разрешается командиром роты в установленном распорядком дня время, в специально отведенной для этого в полку комнате (месте) посетителей.

Лица, желающие посетить военнослужащих, допускаются в комнату (место) посетителей с разрешения дежурного по полку.

Члены семей военнослужащих и другие лица с разрешения командира полка могут посещать казарму, столовую, комнату боевой славы (истории) воинской части и другие помещения для ознакомления с жизнью и бытом личного состава полка. Для их сопровождения и дачи необходимых пояснений назначаются подготовленные для этого военнослужащие.

3.3. Суточный наряд

Суточный наряд назначается для поддержания внутреннего порядка, охраны личного состава, вооружения, военной техники и боеприпасов, помещений и другого военного имущества воинской части (подразделения), контроля за состоянием дел в подразделениях и своевременного принятия мер по предупреждению правонарушений.

Состав суточного наряда объявляется приказом командира полка на период обучения. Предусматривается следующий **состав суточного полкового наряда**:

- дежурный по полку;
- помощник дежурного по полку;
- дежурное подразделение;
- караул;
- дежурный и дневальные по парку, а также механики-водители (водители) дежурных тягачей;
- дежурный фельдшер или санитарный инструктор и дневальные по медицинскому пункту;
- дежурный и помощники дежурного по контрольно-пропускному пункту;
- дежурный по столовой и рабочие в столовую;
- дежурный по штабу полка;
- дежурный сигналист-барабанщик;
- посыльные;
- пожарный наряд.

Ежедневно приказом командира полка назначаются: дежурный по полку, помощник дежурного по полку, начальник караула, дежурный по парку, дежурное подразделение, а также подразделения, от которых выделяются другие лица в суточный наряд и наряд на работы.

При необходимости командир полка имеет право сокращать или увеличивать состав суточного наряда. В суточный наряд роты назначаются дежурный по роте и дневальные по роте. Количество смен дневальных в ротах определяется командиром полка.

Состав суточного наряда по общежитию военнослужащих женского пола, а также его обязанности определяются применительно к суточному наряду роты.

Вместо дежурных по ротам в некоторых батальонах в зависимости от их численности и условий размещения по решению командира полка может назначаться дежурный по батальону, а в подразделениях обеспечения полка при совместном их расположении – дежурный по этим подразделениям.

Число дневальных в указанных случаях определяется исходя из условий размещения подразделений, обеспечения охраны и поддержания внутреннего порядка.

Все лица суточного наряда должны знать, точно и добросовестно исполнять свои обязанности, настойчиво добиваясь соблюдения распорядка дня и других правил внутреннего порядка.

Без разрешения дежурного по полку лица суточного наряда не имеют права прекращать или передавать кому-либо исполнение своих обязанностей.

При посещении подразделений начальниками от командира полка и выше дежурные по подразделениям обязаны немедленно докладывать об этом дежурному по полку.

Все дежурные и их помощники должны иметь на левой стороне груди (левом рукаве) нагрудный знак (нарукавную повязку из красной ткани) с соответствующей надписью. Нагрудный знак (нарукавную повязку) сменяемый дежурный передает заступающему дежурному после доклада дежурных о сдаче и приеме.

Дежурный по полку, помощник дежурного по полку, дежурный по парку, дежурный по контрольно-пропускному пункту, дежурный по штабу полка, назначенные из числа офицеров и прапорщиков, вооружаются пистолетами с двумя снаряженными магазинами.

Дежурный по парку, дежурный по контрольно-пропускному пункту, дежурный по штабу полка, назначенные из числа сержантов, помощники дежурного по контрольно-пропускному пункту, дежурные и дневальные по подразделениям, кроме военнослужащих женского пола, входящих в состав суточного наряда по общежитию, а также дневальные по парку и посыльные вооружаются штыками-ножами в ножнах. ***Штык-нож должен находиться на поясном ремне с левой стороны на ширину ладони от пряжки.***

При необходимости по приказу командующего войсками военного округа (флотом) в некоторых воинских частях дежурный по пар-

ку, дежурный по контрольно-пропускному пункту, дежурный по штабу полка, назначенные из числа сержантов, помощники дежурного по контрольно-пропускному пункту, суточный наряд роты и дневальные по парку могут вооружаться автоматами (карабинами) с двумя снаряженными магазинами (с 30 патронами в обоймах). Правила хранения оружия и порядок его применения указанными лицами определяются инструкциями в соответствии с Уставом внутренней службы и Уставом гарнизонной и караульной служб Вооруженных Сил Российской Федерации.

Дежурному по полку и его помощнику поочередно, а также дежурному по роте разрешается за время дежурства отдыхать лежа (спать) по четыре часа каждому в установленное командиром полка время, без обуви, не снимая снаряжения и не раздеваясь.

Свободной смене дневальных разрешается поочередно отдыхать лежа (спать), раздеваясь, только от отбоя до подъема.

Дежурным по парку, контрольно-пропускному пункту и столовой, дежурному фельдшеру (санитарному инструктору), дежурному по штабу полка и сигнаlistsу-барабанщику разрешается ночью отдыхать лежа (спать), без обуви, не снимая снаряжения и не раздеваясь.

Сменившийся состав суточного наряда освобождается в день смены от занятий и работ.

3.3.1. Подготовка и развод суточного наряда

Штаб воинской части за пять-шесть суток до начала нового месяца на основании ведомости суточного наряда доводит до командиров подразделений сведения о днях заступления в суточный наряд и его состав.

Командиры подразделений, от которых назначается суточный наряд, отвечают за подбор личного состава и подготовку его к несению службы, за своевременное прибытие суточного наряда на занятие (инструктаж) к соответствующим должностным лицам полка и на развод.

В ночь, предшествующую наряду, лица, назначенные в суточный наряд, должны быть освобождены от всех занятий и работ. Пожарный наряд, назначенный от нештатной пожарной команды, от занятий и работ, проводимых в расположении полка, не освобождается.

Личному составу, заступающему в суточный наряд, в день заступления, в часы, указанные в распорядке дня (регламенте служебного времени), должно быть предоставлено не менее трех часов, а при заступлении в караул через сутки – не менее четырех часов для подготовки к несению службы, в том числе не менее одного часа для отдыха (сна).

Подготовка личного состава, заступающего в суточный наряд, кроме караула, назначенного от роты (батареи), проводится старшиной или другим должностным лицом подразделения. Подготовка суточного наряда, назначенного от батальона (дивизиона) или от воинской части, организуется соответствующими командирами и проводится их заместителями [11, ст. 277].

Подготовка караула осуществляется в соответствии с Уставом гарнизонной и караульной служб Вооруженных Сил Российской Федерации.

Личный состав, назначенный в суточный наряд приказом командира полка, в установленное время в соответствии с предназначением по службе прибывает на занятие (инструктаж) к заместителям командира полка или назначенным для этого командиром полка другим должностным лицам.

На занятии (инструктаже) изучаются положения общевоинских уставов, инструкций и требования безопасности военной службы, а также проверяется знание личным составом, заступающим в наряд, специальных обязанностей.

Практические занятия проводятся в день заступления военнослужащих в наряд в часы, указанные в распорядке дня (регламенте служебного времени), в оборудованных помещениях (местах) для несения службы суточным нарядом, в расположении подразделения или на месте несения службы; основное внимание уделяется практическим действиям суточного наряда в различных условиях обстановки.

С личным составом, заступающим в суточный наряд, вооруженным автоматами (карабинами), проводятся занятия по действиям с применением оружия.

За пятнадцать минут до выхода на развод суточный наряд должен быть готов к несению службы и принят своими дежурными и начальником караула полка в подчинение.

Развод суточного наряда производится в порядке, установленном Уставом гарнизонной и караульной служб Вооруженных Сил Российской Федерации. Развод производит заступающий дежурный по полку в установленное командиром полка время.

За десять минут до развода заступающий помощник дежурного по полку из числа офицеров выстраивает личный состав, заступающий в суточный наряд, в установленном для развода месте, проверяет его наличие и по прибытии заступающего дежурного по полку докладывает ему.

Если помощник дежурного по полку прапорщик, то построение суточного наряда и доклад дежурному по полку производит офицер из числа лиц суточного наряда.

Для развода суточный наряд строится: на правом фланге – караулы, а затем справа налево – дежурный по парку, дежурный фельдшер (санитарный инструктор), дежурный по контрольно-пропускному пункту, дежурный по штабу полка, дежурный по общежитию военнослужащих женского пола, все дежурные по ротам в порядке подразделений, посыльные, дежурный по столовой, пожарный наряд, дежурное подразделение и дежурный сигналист-барабанщик; помощники дежурного по контрольно-пропускному пункту, дневальные и механики-водители (водители) дежурных тягачей выстраиваются в затылок своим дежурным, а рабочие в столовую – левее дежурного по столовой; помощник дежурного по полку становится на правом фланге караулов. Дежурное подразделение строится в соответствии со Строевым уставом Вооруженных Сил Российской Федерации.

3.3.2. Обязанности лиц суточного наряда подразделения

Дежурный по роте назначается из сержантов и, как исключение, из числа наиболее подготовленных солдат. **Он отвечает за** выполнение распорядка дня (регламента служебного времени) и соблюдение других правил поддержания внутреннего порядка в роте; за сохранность оружия, ящиков с боеприпасами, имущества роты, личных вещей солдат и сержантов и за правильное несение службы дневальными. Дежурный по роте подчиняется дежурному по полку

и его помощнику, а в порядке внутренней службы в роте – командиру роты и старшине роты [11, ст. 298].

Перед разводом заступающий в наряд дежурный по роте проверяет состав назначенного суточного наряда роты, осматривает его и представляет старшине роты. После осмотра, проверки знания обязанностей, требований безопасности при несении службы и проведения практических занятий старшиной роты он получает у командира роты (старшины роты) развернутую строевую записку роты и ведет суточный наряд роты на развод [11, ст. 299].

После развода заступающий в наряд дежурный вместе со сменяемым дежурным проверяет и принимает оружие, ящики с боеприпасами и печати на них, имущество по описям, проверяет наличие и исправность средств пожаротушения, связи и оповещения, после чего дежурные расписываются в книге приема и сдачи дежурства.

Оружие принимается поштучно, по номерам и в комплектности. При этом проверяется исправность замков, охранной сигнализации, шкафов и другого оборудования, а также целостность печатей.

После сдачи и приема дежурства сменяемый и заступающий дежурные докладывают командиру роты или лицу, его замещающему, о сдаче и приеме дежурства, а в отсутствие командира роты (лица, его замещающего) – старшине роты. Например, **«Товарищ капитан. Сержант Иванов дежурство по роте сдал», «Товарищ капитан. Младший сержант Петров дежурство по роте принял».**

Заступающий дежурный по роте докладывает обо всех сделанных замечаниях и отданных дежурным по полку на разводе указаниях, о наличии оружия, а также о неисправностях или недостатке, обнаруженных при приеме дежурства.

Дежурный по роте обязан:

производить при объявлении тревоги подъем личного состава и оповещать военнослужащих, проходящих военную службу по контракту; до прибытия в роту офицеров роты или старшины роты выполнять указания дежурного по полку;

следить за выполнением распорядка дня (регламента служебного времени) в роте, в установленное время производить общий подъем личного состава;

знать боевой расчет роты на случай тревоги, пожара и возникновения других чрезвычайных ситуаций, а также внезапного нападения на расположение полка (подразделения), местонахождение роты и порядок ее вызова, наличие в роте людей, число военнослужащих, находящихся в наряде, больных, содержащихся на гауптвахте, находящихся в увольнении, отправленных в составе команд, прикомандированных, а также наличие и точный расход оружия;

выдавать по тревоге механикам-водителям (водителям) ключи от замков зажигания и люков машин вместе с путевыми листами;

выдавать закрепленное за военнослужащими оружие, кроме пистолетов, только по приказу командира или старшины роты, делая запись об этом в книге выдачи оружия и боеприпасов (приложение № 10); при приеме оружия проверять номера и его комплектность; постоянно иметь при себе и никому не передавать ключи от комнаты для хранения оружия;

принимать неотложные меры к наведению порядка в случае каких-либо происшествий в роте и нарушения уставных правил взаимоотношений между военнослужащими роты; немедленно докладывать об этом дежурному по полку и командиру роты или лицу, его замещающему, а в отсутствие командира роты или лица, его замещающего, – старшине роты;

следить за наличием и исправным состоянием средств пожаротушения роты и охранной сигнализации комнат для хранения оружия, выполнением требований пожарной безопасности в роте (курение разрешать только в отведенных для этого местах, просушку обмундирования – только в сушилках, наблюдать за выполнением правил топки печей и пользования лампами);

по команде дежурного по полку закрывать двери казармы на запоры, а допуск прибывших лиц осуществлять по звонку вызывной сигнализации после предварительного ознакомления;

вызывать пожарную команду при возникновении пожара, принимать меры по его тушению и немедленно докладывать дежурному по полку и командиру роты, а также принимать меры по выводу людей и выносу оружия и имущества из помещений, которым угрожает опасность;

своевременно сменять дневальных; по приказу старшины роты отправлять подразделения, назначенные на работы, и различные ко-

манды, а также отправлять всех заболевших и подлежащих осмотру врачом в медицинский пункт;

выстраивать в назначенный час увольняемых из расположения полка, докладывать об этом старшине роты и по его приказу представлять их дежурному по полку;

передавать исполнение своих обязанностей одному из дневальных свободной смены, отлучаясь из помещения роты по делам службы, а также на время своего отдыха;

получать от старшины роты после вечерней поверки сведения об отсутствующих, а при наличии самовольно отлучившихся – список этих военнослужащих с указанием их воинского звания, фамилии, имени и отчества, предполагаемого местонахождения и докладывать дежурному по полку. Например, **«Товарищ капитан. В 1-й танковой роте вечерняя поверка произведена, все люди налицо, за исключением двух человек, находящихся в отпуске, трех человек – в наряде. Дежурный по роте сержант Иванов»;**

докладывать после утреннего осмотра дежурному по полку по средствам связи о наличии личного состава роты, о происшествии за ночь, а при наличии опоздавших из увольнения и самовольно отлучившихся представлять их список;

следить за тщательной уборкой и содержанием помещений роты, за поддержанием в них установленной температуры воздуха, соблюдением порядка освещения, отоплением, проветриванием помещений, наличием питьевой воды в бачках и воды в умывальниках, а также за уборкой участка территории, закрепленного за ротой;

поддерживать порядок при приеме пищи личным составом роты; по указанию старшины роты своевременно подавать дежурному по столовой заявки на оставление пищи лицам, находящимся в наряде или отсутствующим по служебным делам;

по прибытии в роту прямых начальников от командира роты и выше, дежурного по полку, а также инспектирующих (проверяющих) лиц подавать команду **«Смирно»**, докладывать им и сопровождать их по расположению роты. Например, **«Товарищ майор. Во время моего дежурства происшествий не случилось (или случилось то-то). Рота занимается на войсковом стрельбище. Дежурный по роте сержант Иванов».**

Другим офицерам, прапорщикам и старшине роты дежурный только представляется.

По прибытии офицеров не своей роты дежурный по роте также представляется им и сопровождает их к командиру роты.

В том случае, когда прибывшего командира (начальника) встречает командир роты и докладывает ему, присутствующий при этом дежурный по роте только представляется (ст. 300 Устава внутренней службы Вооруженных Сил Российской Федерации).

При расположении в населенном пункте дежурный по роте, кроме того, наблюдает, чтобы солдаты и сержанты не выходили из района расположения роты, не заходили в места, посещение которых запрещено, при нахождении на улице соблюдали порядок и установленную форму одежды, не допускали недостойных поступков по отношению к гражданскому населению. Военнослужащих, замеченных в нарушении порядка, дежурный по роте задерживает и направляет к старшине роты [11, ст. 301].

Дневальный по роте назначается из солдат. Разрешается назначать дневальным по роте сержантов и старшин, проходящих военную службу на воинских должностях солдат. **Дневальный по роте отвечает за** сохранность находящихся под его охраной оружия, шкафов (ящиков) с пистолетами, ящиков с боеприпасами, имущества роты и личных вещей солдат и сержантов. Дневальный по роте подчиняется дежурному по роте [11, ст. 302].

Очередной дневальный по роте несет службу внутри казарменного помещения у входной двери, вблизи комнаты для хранения оружия. **Он обязан:**

никуда не отлучаться из помещения роты без разрешения дежурного по роте; постоянно наблюдать за комнатой для хранения оружия; не пропускать в помещение посторонних лиц, а также не допускать выноса из казармы оружия, боеприпасов, имущества и вещей без разрешения дежурного по роте;

немедленно докладывать дежурному по роте обо всех происшествиях в роте, о нарушении уставных правил взаимоотношений между военнослужащими роты, замеченных неисправностях и нарушениях требований пожарной безопасности, принимать меры к их устранению;

будить личный состав при общем подъеме, а также ночью в случае тревоги или пожара; своевременно подавать команды согласно распорядку дня;

следить за чистотой и порядком в помещениях и требовать их соблюдения от военнослужащих;

не позволять военнослужащим в холодное время, особенно ночью, выходить из помещения неодетыми;

следить за тем, чтобы военнослужащие курили, чистили обувь и одежду только в отведенных для этого помещениях или местах;

по прибытии в роту прямых начальников от командира роты и выше и дежурного по полку подавать команду «Смирно»; по прибытии в роту других офицеров роты, а также старшины роты и военнослужащих не своей роты вызывать дежурного. Например, «Дежурный по роте, на выход».

Очередному дневальному запрещается садиться, снимать снаряжение и расстегивать одежду.

Дневальный свободной смены обязан поддерживать чистоту и порядок в помещениях роты и никуда не отлучаться без разрешения дежурного по роте, оказывать ему помощь в наведении порядка в случае нарушения уставных правил взаимоотношений между военнослужащими роты; оставаясь за дежурного по роте, исполнять его обязанности.

При расквартировании роты в населенном пункте один из дневальных должен безотлучно находиться на улице, на месте, установленном командиром роты и оборудованном навесом для защиты от непогоды.

Дневальный обязан всегда знать, где находится дежурный по роте, и наблюдать за соблюдением военнослужащими порядка и правил ношения военной формы одежды. Обо всех замеченных нарушениях он докладывает дежурному по роте [11, ст. 305].

Вопросы для контроля и самопроверки:

1. Для чего предназначена внутренняя служба?
2. Что такое внутренний порядок?
3. Чем достигается внутренний порядок?
4. Какие помещения предусмотрены для размещения роты?
5. Какие санитарно-гигиенические требования должны соблюдаться в помещениях для военнослужащих?

6. Как должны храниться стрелковое оружие и боеприпасы?
7. Как должна быть оборудована комната бытового обслуживания?
8. Как организуется поддержание чистоты и порядка в казарменных помещениях?
9. Каким требованиям должно быть подчинено распределение времени в воинской части?
10. Какие мероприятия должны быть предусмотрены в распорядке дня военнослужащих?
11. Какие мероприятия в роте проводятся после подъема личного состава?
12. Как организуется прием пищи личным составом?
13. Как проводится вечерняя поверка?
14. Какие изменения в распорядке дня предусмотрены в воскресные и праздничные дни?
15. Какой установлен порядок увольнения военнослужащих из расположения части?
16. Как осуществляется посещение военнослужащих членами семей и другими лицами?
17. Для чего назначается суточный наряд?
18. Какой установлен состав суточного полкового наряда?
19. Что должны знать все лица суточного наряда?
20. За что отвечают командиры подразделений, от которых назначается суточный наряд?
21. Как осуществляется подготовка личного состава, назначенного в суточный наряд?
22. Какой установлен порядок построения суточного наряда для развода?
23. Кто входит в состав наряда по роте?
24. Как проводится подготовка суточного наряда роты?
25. За что отвечает дежурный по роте?
26. Какие обязанности выполняет дежурный по роте?
27. Как дежурный по роте принимает оружие?
28. За что отвечает дневальный по роте?
29. Где выставляется дневальный по роте?
30. Какие обязанности выполняет дневальный по роте?
31. Что запрещается очередному дневальному?

4. Воинская дисциплина

Сущность воинской дисциплины, обязанности военнослужащих по ее соблюдению, виды поощрений и дисциплинарных взысканий, права командиров (начальников) по их применению изложены в Дисциплинарном уставе Вооруженных Сил Российской Федерации [3] и заключаются в следующем.

4.1. Сущность воинской дисциплины.

Воинская дисциплина есть строгое и точное соблюдение всеми военнослужащими порядка и правил, установленных федеральными конституционными законами, федеральными законами, общевоинскими уставами Вооруженных Сил Российской Федерации, иными нормативными правовыми актами Российской Федерации и приказами (приказаниями) командиров (начальников).

Воинская дисциплина основывается на осознании каждым военнослужащим воинского долга и личной ответственности за защиту Российской Федерации. Она строится на правовой основе, уважении чести и достоинства военнослужащих.

Основным методом воспитания у военнослужащих дисциплинированности является убеждение. Однако это не исключает возможности применения мер принуждения к тем, кто недобросовестно относится к выполнению своего воинского долга.



Воинская дисциплина обязывает каждого военнослужащего:

быть верным Военной присяге (обязательству), строго соблюдать Конституцию Российской Федерации, законы Российской Федерации и требования общевоинских уставов;

выполнять свой воинский долг умело и мужественно, добросовестно изучать военное дело, беречь государственное и военное имущество;



беспрекословно выполнять поставленные задачи в любых условиях, в том числе с риском для жизни, стойко переносить трудности военной службы;

быть бдительным, строго хранить государственную тайну;

соблюдать нормы международного гуманитарного права в соответствии с Конституцией Российской Федерации;

поддерживать определенные общевоинскими уставами правила взаимоотношений между военнослужащими, крепить войсковое товарищество;

оказывать уважение командирам (начальникам) и друг другу, соблюдать правила воинского приветствия и воинской вежливости;

вести себя с достоинством в общественных местах, не допускать самому и удерживать других от недостойных поступков, содействовать защите чести и достоинства граждан.

Воинская дисциплина достигается:

воспитанием у военнослужащих сознательного повиновения командирам (начальникам), боевых, морально-политических и психологических качеств;

знанием и соблюдением военнослужащими законов Российской Федерации, других нормативных правовых актов Российской Федерации, требований общевоинских уставов и норм международного гуманитарного права;

личной ответственностью каждого военнослужащего за исполнение обязанностей военной службы;

поддержанием в воинской части (подразделении) внутреннего порядка всеми военнослужащими;

четкой организацией боевой подготовки и полным охватом ею личного состава;

повседневной требовательностью командиров (начальников) к подчиненным и контролем за их исполнительностью, уважением личного достоинства военнослужащих и постоянной заботой о них,

умелым сочетанием и правильным применением мер убеждения, принуждения и общественного воздействия коллектива;

созданием в воинской части (подразделении) необходимых условий военной службы, быта и системы мер по ограничению опасных факторов военной службы.

В целях поддержания воинской дисциплины в воинской части (подразделении) **командир обязан:**

изучать личные качества подчиненных, поддерживать определенные общевоинскими уставами правила взаимоотношений между ними, сплачивать воинский коллектив, укреплять дружбу между военнослужащими разных национальностей;



знать состояние воинской дисциплины, морально-политическое и психологическое состояние личного состава, добиваться единого понимания подчиненными командирами (начальниками) требований, задач и способов укрепления воинской дисциплины, руководить их деятельностью по укреплению воинской дисциплины и поддержанию морально-политического и психологического состояния личного состава, обучать практике применения поощрений и дисциплинарных взысканий;

немедленно устранять выявленные нарушения правил несения службы и решительно пресекать любые действия, которые могут причинить вред боеспособности воинской части (подразделения);



организовывать правовое обучение (правовое воспитание), проводить работу по предупреждению преступлений, происшествий и проступков;

воспитывать подчиненных военнослужащих в духе неукоснительного выполнения требований воинской дисциплины и высокой

исполнительности, развивать и поддерживать у них чувство собственного достоинства, сознание воинской чести и воинского долга, создавать в воинской части (подразделении) нетерпимое отношение к нарушениям воинской дисциплины, обеспечивать на основе гласности их правовую и социальную защиту;



анализировать состояние воинской дисциплины, морально-политическое и психологическое состояние подчиненных военнослужащих, своевременно и объективно докладывать вышестоящему командиру (начальнику) о нарушениях, а о преступлениях и происшествиях – немедленно. При обнаружении в действиях (бездействии) подчиненных признаков преступления командир воинской части обязан незамедлительно уведомить об этом военного

прокурора, руководителя военного следственного органа Следственного комитета Российской Федерации, органы военной полиции и принять меры, предусмотренные законодательством Российской Федерации.

За состояние воинской дисциплины в воинской части (подразделении) отвечают командир и заместитель командира по военно-политической работе, которые должны постоянно поддерживать воинскую дисциплину, требовать от подчиненных ее соблюдения, поощрять достойных, строго, но справедливо взыскивать с нерадивых.

Уважение личного достоинства военнослужащих, забота об их правовой и социальной защите – важнейшая обязанность командира (начальника).

Командир (начальник) должен знать нужды и запросы подчиненных, добиваться их удовлетворения, не допускать грубости и унижения личного достоинства подчиненных, служить образцом строгого соблюдения законов Российской Федерации, других нормативных правовых актов Российской Федерации и требований общевоинских уставов, быть примером нравственности, честности, скромности и справедливости.

Деятельность командира (начальника) по поддержанию воинской дисциплины оценивается не по количеству правонарушений в воинской части (подразделении), а по точному соблюдению им законов Российской Федерации, других нормативных правовых актов Российской Федерации и требований общевоинских уставов, полному и эффективному использованию своей дисциплинарной власти и исполнению своих обязанностей в целях наведения внутреннего порядка, своевременного предупреждения нарушений воинской дисциплины. Ни один нарушитель воинской дисциплины не должен уйти от ответственности, но и ни один невиновный не должен быть наказан.



Командир (начальник), не обеспечивший необходимых условий для соблюдения уставного порядка и требований воинской дисциплины, не принявший мер для их восстановления, в том числе по исполнению обязанности о незамедлительном уведомлении вышестоящего командира, военного прокурора, руководителя военного следственного органа Следственного комитета Российской Федерации и органов военной полиции о происшествиях и об обнаружении в действиях (бездействии) подчиненных признаков преступления, несет за это ответственность.

Командир (начальник) не несет дисциплинарной ответственности за правонарушения, совершенные его подчиненными, за исключением случаев, когда он скрыл правонарушение или не принял необходимых мер в пределах своих полномочий по предупреждению правонарушений и привлечению к ответственности виновных лиц.

Каждый военнослужащий обязан содействовать командиру (начальнику) в восстановлении порядка и поддержании воинской дисциплины. За уклонение от содействия командиру (начальнику) военнослужащий несет ответственность.



Право командира (начальника) отдавать приказ и обязанность подчиненного беспрекословно повиноваться являются основными принципами единоначалия.

В случае открытого неповиновения или сопротивления подчиненного командир (начальник) обязан для восстановления порядка и воинской дисциплины принять все установленные федеральными законами и общевоинскими уставами меры принуждения, вплоть до задержания и привлечения нарушителя к предусмотренной законодательством Российской Федерации ответственности. При этом оружие может быть применено только в боевой обстановке, а в условиях мирного времени – в исключительных случаях, не терпящих отлагательства, в соответствии с требованиями статей 13 и 14 Устава внутренней службы Вооруженных Сил Российской Федерации. Командир воинской части, кроме того, обязан немедленно сообщить о случаях открытого неповиновения или сопротивления подчиненного, а также о применении им оружия в военную полицию.

Применять поощрения и дисциплинарные взыскания (за исключением дисциплинарного ареста) **могут только прямые начальники.** Применять дисциплинарные взыскания, кроме того, имеют право начальники, указанные в статьях 75 – 79 Дисциплинарного устава Вооруженных Сил Российской Федерации.

Дисциплинарный арест за совершение военнослужащим грубых дисциплинарных проступков назначается по решению судьи гарнизонного военного суда.

Право направлять материалы о грубом дисциплинарном проступке в гарнизонный военный суд для принятия решения о применении к военнослужащему дисциплинарного ареста принадлежит командиру воинской части и начальнику органа военной полиции.

Право ходатайствовать о применении к военнослужащему дисциплинарного ареста предоставлено командирам (начальникам) от командира отделения и выше или лицу, проводившему разбирательство.

Дисциплинарная власть, предоставленная нижестоящим командирам (начальникам), всегда принадлежит и вышестоящим командирам (начальникам).

Командиры (начальники) в отношении подчиненных им военнослужащих пользуются дисциплинарной властью в соответствии с воинским званием, предусмотренным штатом для занимаемой воинской должности:

а) младший сержант, сержант, старшина 2 статьи и старшина 1 статьи – властью командира отделения;

б) старший сержант и главный старшина – властью заместителя командира взвода;

в) старшина и главный корабельный старшина, прапорщик и мичман, старший прапорщик и старший мичман – властью старшины роты (команды);

г) младший лейтенант, лейтенант и старший лейтенант – властью командира взвода (группы);

д) капитан и капитан-лейтенант – властью командира роты (боевого катера, корабля 4 ранга);

е) майор, подполковник, капитан 3 ранга и капитан 2 ранга – властью командира батальона;

ж) полковник и капитан 1 ранга – властью командира полка (корабля 1 ранга), бригады;

з) генерал-майор и контр-адмирал – властью командира дивизии;

и) генерал-лейтенант и вице-адмирал – властью командира корпуса (эскадры);

к) генерал-полковник и адмирал – властью командующего армией (флотилией);

л) генерал армии, адмирал флота и Маршал Российской Федерации – властью командующего войсками военного округа, фронта, флотом.

При временном исполнении обязанностей (должности) по службе командиры (начальники) пользуются дисциплинарной властью по воинской должности, объявленной в приказе.

Заместители (помощники) командиров воинских частей (подразделений), старшие помощники командиров кораблей в отноше-

нии подчиненных им военнослужащих пользуются дисциплинарной властью на одну ступень ниже прав, предоставленных их непосредственным начальникам.

На кораблях, где имеются старший помощник и помощник командира корабля, последний пользуется дисциплинарной властью на одну ступень ниже прав, предоставленных старшему помощнику.

Офицеры от заместителя командира полка и ниже при нахождении с подразделениями или командами в командировке в качестве их начальников, а также при выполнении определенной в приказе командира воинской части самостоятельной задачи вне места дислокации своей воинской части пользуются дисциплинарной властью на одну ступень выше прав по занимаемой воинской должности.

Военнослужащие, назначенные начальниками команд, в указанных выше случаях пользуются дисциплинарной властью: сержанты и старшины – властью старшины роты (команды); старшина, главный корабельный старшина, прапорщик, старший прапорщик и мичман, старший мичман – властью командира взвода (группы); прапорщички, старшие прапорщички и мичманы, старшие мичманы, занимающие должности командиров взводов (групп), – властью командира роты.

Офицеры – командиры учебных подразделений в военных профессиональных образовательных организациях, военных образовательных организациях высшего образования Министерства обороны Российской Федерации (далее – военные образовательные организации) и учебных воинских частях в отношении подчиненных им лиц пользуются дисциплинарной властью на одну ступень выше прав по занимаемой воинской должности.

Министр обороны Российской Федерации в отношении военнослужащих Вооруженных Сил Российской Федерации пользуется дисциплинарной властью в полном объеме прав, определенных Дисциплинарным уставом Вооруженных Сил Российской Федерации.

Заместители Министра обороны Российской Федерации, главнокомандующие видами Вооруженных Сил Российской Федерации и им равные пользуются дисциплинарной властью на одну ступень ниже прав, предоставленных Министру обороны Российской Федерации.

Лица гражданского персонала Вооруженных Сил Российской Федерации, замещающие воинские должности, в отношении военнослужащих пользуются дисциплинарной властью в соответствии с занимаемой штатной воинской должностью.

4.2. Поощрения и их виды, права командиров (начальников) по применению поощрений к подчиненным

Поощрения являются важным средством воспитания военнослужащих и укрепления воинской дисциплины.

Командир (начальник) в пределах прав, определенных Дисциплинарным уставом Вооруженных Сил Российской Федерации, обязан поощрять подчиненных военнослужащих за особые личные заслуги, разумную инициативу, усердие и отличие по службе.

В том случае, когда командир (начальник) считает, что предоставленных ему прав недостаточно, он может ходатайствовать о поощрении отличившихся военнослужащих властью вышестоящего командира (начальника).

За мужество и отвагу, проявленные при выполнении воинского долга, образцовое руководство войсками и другие выдающиеся заслуги перед государством и Вооруженными Силами Российской Федерации, за высокие показатели в боевой подготовке, отличное



освоение новых образцов вооружения и военной техники командиры (начальники) от командира полка (корабля 1 ранга), им равные и выше, командиры отдельных батальонов (кораблей 2 и 3 ранга), командиры отдельных воинских частей, пользующиеся в соответствии со статьей 11 Дисциплинарного устава Вооруженных Сил Российской Федерации дисциплинарной властью командира батальона, имеют

право ходатайствовать о представлении подчиненных им военнослужащих к награждению государственными наградами Российской Федерации, Почетной грамотой Президента Российской Федерации, ведомственными знаками отличия, а также к поощрению в виде объявления им благодарности Президента Российской Федерации.

К военнослужащим могут применяться следующие виды поощрений:

снятие ранее примененного дисциплинарного взыскания;

объявление благодарности;

сообщение на родину (по месту жительства родителей военнослужащего или лиц, на воспитании которых он находился) либо по месту прежней работы (учебы) военнослужащего об образцовом выполнении им воинского долга и о полученных поощрениях;

награждение грамотой, ценным подарком или деньгами;

награждение личной фотографией военнослужащего, снятого при развернутом Боевом знамени воинской части;

присвоение рядовым (матросам) воинского звания ефрейтора (старшего матроса);

досрочное присвоение очередного воинского звания, но не выше воинского звания, предусмотренного штатом для занимаемой воинской должности;

присвоение очередного воинского звания на одну ступень выше воинского звания, предусмотренного штатом для занимаемой воинской должности;

награждение нагрудным знаком отличника;

занесение в Книгу почета воинской части (корабля) фамилии отличившегося военнослужащего;

награждение именованным холодным и огнестрельным оружием.



К солдатам, матросам, сержантам и старшинам применяются следующие поощрения:

а) снятие ранее примененного дисциплинарного взыскания;

б) объявление благодарности;

в) сообщение на родину (по месту жительства родителей военнослужащего или лиц, на воспитании которых он находился) либо по месту прежней работы (учебы) военнослужащего об образцовом выполнении им воинского долга и о полученных поощрениях;

г) награждение грамотой, ценным подарком или деньгами;

д) награждение личной фотографией военнослужащего, снятого при развернутом Боевом знамени воинской части;

е) присвоение воинского звания ефрейтора (старшего матроса);

ж) досрочное присвоение сержантам (старшинам) очередного воинского звания, но не выше воинского звания, предусмотренного штатом для занимаемой воинской должности;

з) присвоение сержантам (старшинам) очередного воинского звания на одну ступень выше воинского звания, предусмотренного штатом для занимаемой воинской должности, до старшего сержанта (главного старшины) включительно;

и) награждение нагрудным знаком отличника;

к) занесение в Книгу почета воинской части (корабля) фамилий отличившихся солдат, матросов, сержантов и старшин.

К военнослужащим, проходящим военную службу по контракту на должностях солдат, матросов, сержантов и старшин, применяются все виды поощрений, за исключением предусмотренного пунктом «в».

Командир отделения, заместитель командира взвода, старшина роты (команды) и командир взвода (группы) имеют право:

а) снимать ранее примененные ими дисциплинарные взыскания;

б) объявлять благодарность.

Командир роты (боевого катера, корабля 4 ранга) имеет право:

а) снимать ранее примененные им дисциплинарные взыскания, снимать дисциплинарные взыскания в случаях, указанных в статье 35 Дисциплинарного устава Вооруженных Сил Российской Федерации;

б) объявлять благодарность;

в) сообщать на родину (по месту жительства родителей военнослужащего или лиц, на воспитании которых он находился) либо по месту прежней работы (учебы) военнослужащего об образцовом выполнении им воинского долга и о полученных поощрениях.

Командир батальона имеет право:

а) снимать ранее примененные им дисциплинарные взыскания, снимать дисциплинарные взыскания в случаях, указанных в статье 35 Дисциплинарного устава Вооруженных Сил Российской Федерации;

б) объявлять благодарность;

в) сообщать на родину (по месту жительства родителей военнослужащего или лиц, на воспитании которых он находился) либо по месту прежней работы (учебы) военнослужащего об образцовом выполнении им воинского долга и о полученных поощрениях.

Командир отдельного батальона (корабля 2 и 3 ранга), а также командир отдельной воинской части, пользующийся в соответствии со статьей 11 Дисциплинарного устава Вооруженных Сил Российской Федерации дисциплинарной властью командира батальона, кроме того, имеют право применять поощрения, предусмотренные пунктами «г» – «к» статьи 24 Дисциплинарного устава Вооруженных Сил Российской Федерации.

Командир полка (корабля 1 ранга) имеет право:

а) снимать ранее примененные им дисциплинарные взыскания, снимать дисциплинарные взыскания в случаях, указанных в статье 35 Дисциплинарного устава Вооруженных Сил Российской Федерации;

б) объявлять благодарность;

в) сообщать на родину (по месту жительства родителей военнослужащего или лиц, на воспитании которых он находился) либо по месту прежней работы (учебы) военнослужащего об образцовом выполнении им воинского долга и о полученных поощрениях;

г) награждать грамотой, ценным подарком или деньгами;

д) награждать личной фотографией военнослужащего, снятого при развернутом Боевом знамени воинской части;

е) присваивать воинское звание ефрейтора (старшего матроса);

ж) досрочно присваивать сержантам (старшинам) очередное воинское звание, но не выше воинского звания, предусмотренного штатом для занимаемой воинской должности;

з) присваивать сержантам (старшинам) очередное воинское звание на одну ступень выше воинского звания, предусмотренного штатом для занимаемой воинской должности, до старшего сержанта (главного старшины) включительно;

и) награждать нагрудным знаком отличника;

к) заносить в Книгу почета воинской части (корабля) фамилии отличившихся солдат, матросов, сержантов и старшин.

Командир дивизии, командир корпуса (эскадры), командующий армией (флотилией), командующий войсками военного округа, фронта, флотом, им равные и выше в отношении подчиненных им солдат, матросов, сержантов и старшин пользуются правом применять поощрения в полном объеме Дисциплинарного устава Вооруженных Сил Российской Федерации.

К прапорщикам и мичманам применяются следующие поощрения:

а) снятие ранее примененного дисциплинарного взыскания;

б) объявление благодарности;

в) награждение грамотой, ценным подарком или деньгами;

г) занесение в Книгу почета воинской части (корабля) фамилий отличившихся прапорщиков и мичманов;

д) досрочное присвоение воинского звания старшего прапорщика и старшего мичмана, предусмотренного штатом для занимаемой воинской должности;

е) присвоение воинского звания старшего прапорщика и старшего мичмана на одну ступень выше воинского звания, предусмотренного штатом для занимаемой воинской должности.

Командир взвода (группы), командир роты (боевого катера, корабля 4 ранга) и командир батальона имеют право:

а) снимать ранее примененные ими дисциплинарные взыскания, снимать дисциплинарные взыскания в случаях, указанных в статье 35 Дисциплинарного устава Вооруженных Сил Российской Федерации;

б) объявлять благодарность.

Командир отдельного батальона (корабля 2 и 3 ранга), а также командир отдельной воинской части, пользующийся в соответствии со статьей 11 Дисциплинарного устава Вооруженных



Сил Российской Федерации дисциплинарной властью командира батальона, **командир полка (корабля 1 ранга), командир дивизии, командир корпуса (эскадры)**, кроме того, имеют право применять поощрения, указанные в статье 26 Дисциплинарного устава Вооруженных Сил Российской Федерации, за исключением предусмотренных пунктами «д» и «е».

Командующий армией (флотилией), командующий войсками военного округа, фронта, флотом, им равные и выше в отношении подчиненных им прапорщиков и мичманов пользуются правом применять поощрения в полном объеме Дисциплинарного устава Вооруженных Сил Российской Федерации.

К офицерам применяются следующие поощрения:

- а) снятие ранее примененного дисциплинарного взыскания;
- б) объявление благодарности;
- в) награждение грамотой, ценным (в том числе именованным) подарком или деньгами;
- г) занесение в Книгу почета воинской части (корабля) фамилий отличившихся офицеров;



д) досрочное присвоение очередного воинского звания, но не выше воинского звания, предусмотренного штатом для занимаемой воинской должности;

е) присвоение очередного воинского звания на одну ступень выше воинского звания, предусмотренного штатом для занимаемой воинской должности, но не выше воинского звания майора, капитана 3 ранга, а военнослужащему, имеющему ученую степень и (или) ученое звание, занимающему воинскую должность профессорско-преподавательского состава в военной образовательной организации, не выше воинского звания полковника, капитана 1 ранга;

ж) награждение именованным холодным и огнестрельным оружием.

В военных образовательных организациях, кроме поощрений, перечисленных в статье 30 Дисциплинарного устава Вооруженных Сил Российской Федерации, применяется также занесение на Доску

почета фамилий слушателей и курсантов, окончивших военную образовательную организацию высшего образования с медалью Министерства обороны Российской Федерации за отличное завершение обучения или получивших по окончании военной профессиональной образовательной организации диплом с отличием.

Командир роты (боевого катера, корабля 4 ранга) и командир батальона имеют право:

а) снимать ранее примененные ими дисциплинарные взыскания, снимать дисциплинарные взыскания в случаях, указанных в статье 35 ДУ ВС РФ;

б) объявлять благодарность.

Командир отдельного батальона (корабля 2 и 3 ранга), а также командир отдельной воинской части, пользующийся в соответствии со статьей 11 Дисциплинарного устава Вооруженных Сил Российской Федерации дисциплинарной властью командира батальона, кроме того, имеют право применять поощрения, предусмотренные пунктами «в» и «г» статьи 33 Дисциплинарного устава Вооруженных Сил Российской Федерации.

Командир полка (корабля 1 ранга), командир дивизии, командир корпуса (эскадры), командующий армией (флотилией), командующий войсками военного округа, фронта, флотом, главнокомандующий видом Вооруженных Сил Российской Федерации, заместители Министра обороны Российской Федерации и им равные имеют право:

а) снимать ранее примененные ими дисциплинарные взыскания, снимать дисциплинарные взыскания в случаях, указанных в статье 35 Дисциплинарного устава Вооруженных Сил Российской Федерации;

б) объявлять благодарность;

в) награждать грамотой, ценным подарком или деньгами;

г) заносить в Книгу почета воинской части (корабля) фамилии отличившихся офицеров.

Применять поощрения, предусмотренные пунктами «д» и «е» статьи 30 Дисциплинарного устава Вооруженных Сил Российской Федерации, могут должностные лица, имеющие право присваивать воинские звания в соответствии с законодательством Российской Федерации.

4.3. Порядок применения поощрений

Командиры (начальники) могут применять поощрения как в отношении отдельного военнослужащего, так и в отношении всего личного состава воинской части (подразделения). За одно отличие военнослужащий может быть поощрен только один раз.

При определении вида поощрения принимаются во внимание характер заслуг, усердие и отличия военнослужащего, а также прежнее отношение его к военной службе.

Военнослужащий, имеющий дисциплинарное взыскание, может быть поощрен только путем снятия ранее примененного взыскания. Право снятия дисциплинарного взыскания принадлежит тому командиру (начальнику), которым взыскание было применено, а также его прямым начальникам, имеющим не меньшую, чем у него, дисциплинарную власть.

Право снятия дисциплинарных взысканий принадлежит прямому командиру (начальнику), имеющему дисциплинарную власть, не меньшую, чем начальник, применивший взыскание.

Одновременно с военнослужащего может быть снято только одно дисциплинарное взыскание.

Командир (начальник) имеет право снять дисциплинарное взыскание только после того, как оно сыграло свою воспитательную роль, и военнослужащий исправил свое поведение образцовым выполнением воинского долга.

Снятие дисциплинарного взыскания – дисциплинарный арест – осуществляется командиром воинской части, в случае если военнослужащий не совершит нового дисциплинарного проступка: с солдат и матросов – не ранее трех месяцев после исполнения постановления судьи гарнизонного военного суда о назначении дисциплинарного ареста; с сержантов и старшин – не ранее чем через шесть месяцев; с прапорщиков и мичманов – не ранее чем через год.

Снятие дисциплинарного взыскания – снижение в воинском звании (должности) – с солдат, матросов, сержантов и старшин осуществляется не ранее чем через шесть месяцев со дня его применения.

Солдаты, матросы, сержанты и старшины восстанавливаются в прежнем воинском звании только при назначении их на соответствующую воинскую должность.

Снятие дисциплинарного взыскания – снижение в воинской должности – с прапорщиков, мичманов и офицеров осуществляется не ранее чем через год со дня его применения.

Дисциплинарное взыскание – снижение в воинской должности – может быть снято с военнослужащего без одновременного восстановления его в прежней должности.

Снятие дисциплинарного взыскания – предупреждение о неполном служебном соответствии – осуществляется не ранее чем через год со дня его применения.

Поощрение – объявление благодарности – применяется как в отношении отдельного военнослужащего, так и в отношении всего личного состава воинской части (подразделения).

Поощрение – сообщение на родину (по месту жительства родителей военнослужащего или лиц, на воспитании которых он находился) **либо по месту прежней работы (учебы) военнослужащего об образцовом исполнении им воинского долга и о полученных поощрениях** – применяется в отношении военнослужащих, проходящих военную службу по призыву. При этом на родину (по месту жительства родителей военнослужащего или лиц, на воспитании которых он находился) либо по месту прежней работы (учебы) военнослужащего высылается похвальный лист с сообщением об образцовом исполнении им воинского долга и о полученных поощрениях.

Поощрение – награждение грамотой, ценным подарком или деньгами – применяется в отношении всех военнослужащих, при этом грамотой награждаются как отдельные военнослужащие, так и весь личный состав воинской части (подразделения), как правило, в конце периода обучения (учебного года), при увольнении с военной службы, а также при подведении итогов соревнования (состязания).

Поощрение – награждение личной фотографией военнослужащего, снятого при развернутом Боевом знамени воинской части, – применяется в отношении солдат, матросов, сержантов и старшин.

Военнослужащему, в отношении которого применяется это поощрение, вручаются две фотографии (военнослужащие фотографи-

руются в парадной форме, с оружием) с текстом на обороте: кому и за что вручено.

Поощрения – присвоение воинского звания *ефрейтора, старшего матроса; присвоение очередного воинского звания досрочно*, но не выше воинского звания, предусмотренного штатом для занимаемой воинской должности; **присвоение воинского звания на одну ступень выше воинского звания, предусмотренного штатом для занимаемой воинской должности**, но не выше воинского звания майора, капитана 3 ранга, а военнослужащему, имеющему ученую степень и (или) ученое звание, занимающему воинскую должность профессорско-преподавательского состава в военной образовательной организации, не выше воинского звания полковника, капитана 1 ранга – **применяются в отношении военнослужащих за особые личные заслуги.**

Поощрение – награждение нагрудным знаком отличника – объявляется приказом командира воинской части и применяется в отношении солдат, матросов, сержантов и старшин, которые являлись отличниками в течение одного периода обучения, а также в отношении курсантов военных образовательных организаций, которые являлись отличниками в течение учебного года.

Поощрение – занесение в Книгу почета воинской части (корабля) фамилий отличившихся военнослужащих – объявляется приказом командира воинской части и **применяется в отношении:**

солдат, матросов, сержантов и старшин последнего периода обучения, проходящих военную службу по призыву, добившихся отличных показателей в боевой подготовке, проявивших безупречную дисциплинированность и высокую сознательность при несении службы – перед увольнением с военной службы (курсантов и слушателей военных образовательных организаций – по окончании обучения);

военнослужащих, проходящих военную службу по контракту, за безупречную службу в Вооруженных Силах Российской Федерации, а также всех военнослужащих, особо отличившихся при исполнении своего воинского долга – в течение всего срока прохождения ими военной службы.

При объявлении приказа о занесении в Книгу почета воинской части (корабля) военнослужащему вручается похвальная грамота за

подписью командира воинской части (корабля). О занесении в Книгу почета воинской части (корабля) фамилии военнослужащего, проходящего военную службу по призыву, кроме того, сообщается на родину (по месту жительства родителей военнослужащего или лиц, на воспитании которых он находился) либо по месту прежней работы (учебы) военнослужащего.

Поощрение – награждение именным холодным и огнестрельным оружием – является почетной наградой для отличившихся офицеров за особые личные заслуги перед государством и Вооруженными Силами Российской Федерации. Награждение именным оружием производится в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Поощрения объявляются перед строем, на собраниях или совещаниях военнослужащих, в приказе или лично.

Объявление приказов о поощрении или награждении отличившихся военнослужащих обычно проводится в торжественной обстановке. Одновременно с объявлением приказа о поощрении военнослужащим, как правило, вручаются грамоты, ценные подарки или деньги, личные фотографии военнослужащих, снятых при развернутом Боевом знамени воинской части, нагрудные знаки отличника, а также зачитывается текст сообщения на родину (по месту жительства родителей военнослужащего или лиц, на воспитании которых он находился) либо по месту прежней работы (учебы) военнослужащего об образцовом выполнении им воинского долга.

Военнослужащий считается не имеющим дисциплинарных взысканий после их снятия соответствующим командиром (начальником) или по истечении одного года со дня применения последнего взыскания, если за этот период к нему не было применено другое дисциплинарное взыскание.

4.4. Дисциплинарная ответственность военнослужащих

Военнослужащие привлекаются к дисциплинарной ответственности за дисциплинарный проступок, то есть противоправное, виновное действие (бездействие), выражающееся в нарушении воинской

дисциплины, **который в соответствии с законодательством Российской Федерации не влечет за собой уголовной или административной ответственности.**

За административные правонарушения военнослужащие несут дисциплинарную ответственность в соответствии с Дисциплинарным уставом Вооруженных Сил Российской Федерации, за исключением административных правонарушений, за которые они несут ответственность на общих основаниях. При этом к военнослужащим не могут быть применены административные наказания в виде административного ареста, исправительных работ, а к сержантам, старшинам, солдатам и матросам, проходящим военную службу по призыву, к курсантам военных образовательных организаций до заключения с ними контракта о прохождении военной службы также в виде административного штрафа.

Военнослужащий привлекается к дисциплинарной ответственности только за тот дисциплинарный проступок, в отношении которого установлена его вина.

Виновным в совершении дисциплинарного проступка признается военнослужащий, совершивший противоправное действие (бездействие) умышленно или по неосторожности.

Вина военнослужащего, привлекаемого к дисциплинарной ответственности, должна быть доказана в порядке, определенном федеральными законами, и установлена решением командира (начальника) или вступившим в законную силу постановлением судьи военного суда.

Привлечение военнослужащего к дисциплинарной ответственности не освобождает его от исполнения обязанности, за неисполнение которой дисциплинарное взыскание было применено.

Обстоятельства, смягчающие, отягчающие дисциплинарную ответственность и исключаяющие ее, а также учитываемые при назначении дисциплинарного взыскания, определяются Федеральным законом «О статусе военнослужащих».

Военнослужащий, привлекаемый к дисциплинарной ответственности, имеет право давать объяснения, представлять доказательства, пользоваться юридической помощью защитника с момента

принятия судьей гарнизонного военного суда решения о назначении судебного рассмотрения материалов о грубом дисциплинарном проступке, а в случае задержания в связи с совершением грубого дисциплинарного проступка – с момента задержания, знакомиться по окончании разбирательства со всеми материалами о дисциплинарном проступке, обжаловать действия и решения командира, осуществляющего привлечение его к дисциплинарной ответственности.

Военнослужащий, в отношении которого ведется производство по материалам о грубом дисциплинарном проступке, также имеет право участвовать в судебном рассмотрении указанных материалов.

Военнослужащий не может быть привлечен к дисциплинарной ответственности по истечении одного года со дня совершения дисциплинарного проступка, в том числе в случае отказа в возбуждении или прекращения в отношении его уголовного дела, но при наличии в его действиях (бездействии) признаков дисциплинарного проступка.

Исполнение дисциплинарного взыскания должно быть начато до истечения срока давности привлечения к дисциплинарной ответственности. Если исполнение дисциплинарного взыскания в указанный срок не начато, то оно не исполняется.

При привлечении военнослужащего к дисциплинарной ответственности не допускаются унижение его личного достоинства, причинение ему физических страданий и проявление по отношению к нему грубости.

При привлечении военнослужащего к дисциплинарной ответственности выясняются обстоятельства совершения им дисциплинарного проступка и осуществляется сбор доказательств.

Доказательствами при привлечении военнослужащего к дисциплинарной ответственности являются любые фактические данные, на основании которых командир (начальник), рассматривающий материалы о дисциплинарном проступке, устанавливает наличие или отсутствие обстоятельств совершения военнослужащим дисциплинарного проступка.

В качестве доказательств допускаются:

объяснения военнослужащего, привлекаемого к дисциплинарной ответственности;

объяснения лиц, которым известны обстоятельства, имеющие значение для правильного решения вопроса о привлечении военнослужащего к дисциплинарной ответственности;

заключение и пояснения специалиста;

документы;

показания специальных технических средств;

вещественные доказательства.

Командир (начальник), рассматривающий материалы о дисциплинарном проступке, оценивает доказательства по своему внутреннему убеждению, основанному на всестороннем, полном и объективном исследовании всех обстоятельств совершения дисциплинарного проступка в их совокупности. **Использование доказательств, полученных с нарушением законодательства Российской Федерации, не допускается.**

Командир (начальник), рассматривающий материалы о дисциплинарном проступке, обязан принять необходимые меры по обеспечению сохранности вещественных доказательств и документов до принятия решения по результатам рассмотрения материалов о дисциплинарном проступке.

Порядок возврата, передачи и уничтожения вещественных доказательств определяется законами Российской Федерации, другими нормативными правовыми актами Российской Федерации, Дисциплинарным уставом Вооруженных Сил Российской Федерации, Уставом гарнизонной и караульной служб Вооруженных Сил Российской Федерации и Уставом военной полиции Вооруженных Сил Российской Федерации.

В целях пресечения дисциплинарного проступка, установления личности нарушителя, а также подготовки материалов о дисциплинарном проступке и обеспечения своевременного и правильного их рассмотрения **к военнослужащему могут быть применены следующие меры обеспечения производства по материалам о дисциплинарном проступке:**

доставление;

задержание;

личный досмотр, досмотр вещей, находящихся при военнослужащем, досмотр транспортного средства;

изъятие вещей и документов;
временное отстранение от исполнения должностных и (или) специальных обязанностей;
отстранение от управления транспортным средством;
медицинское освидетельствование.

Право применять указанные меры имеют:

командиры (начальники) от командира роты, им равные и выше – к военнослужащим, подчиненным им по службе;

дежурный по воинской части – к военнослужащим, младшим или равным ему по воинскому званию, проходящим военную службу в одной с ним воинской части, в случаях, не терпящих отлагательства;

начальник гарнизона, помощник начальника гарнизона по организации гарнизонной службы, дежурный по гарнизону – к военнослужащим при несении гарнизонной и (или) караульной служб; к военнослужащим, временно находящимся в гарнизоне; к военнослужащим, находящимся вне расположения воинской части, места службы (за пределами гарнизона, в котором они проходят военную службу) без документов, удостоверяющих личность и (или) удостоверяющих право пребывания вне расположения воинской части, места службы (в данном гарнизоне);

начальники военных сообщений на видах транспорта, начальники военно-автомобильных дорог и военные коменданты железнодорожного (водного) участка и станции (порта, аэропорта) – к военнослужащим во время следования по путям сообщения;

военнослужащие военной полиции – к военнослужащим в случаях, определенных федеральными законами, Уставом военной полиции Вооруженных Сил Российской Федерации и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации;

старшие военнослужащие – к младшим военнослужащим при нарушении ими воинской дисциплины в случае, определенном статьей 79 Дисциплинарного устава Вооруженных Сил Российской Федерации;

начальники и патрульные гарнизонных патрулей – к военнослужащим в случаях, определенных федеральными законами и Уставом гарнизонной и караульной служб Вооруженных Сил Российской Федерации.

При совершении военнослужащим дисциплинарного проступка командир (начальник) может ограничиться напоминанием военнослужащему о его обязанностях и воинском долге, применить к нему меры обеспечения производства по материалам о дисциплинарном проступке, а в случае необходимости привлечь к дисциплинарной ответственности. При этом он должен учитывать, что применяемое взыскание как мера укрепления воинской дисциплины и воспитания военнослужащих должно соответствовать тяжести совершенного проступка и степени вины, установленным командиром (начальником) в результате проведенного разбирательства.

Не являются дисциплинарными взысканиями замечание, поощрение, критика поведения или указания на упущения по службе, выраженные командиром (начальником) подчиненному в устной или письменной форме.

В целях общественного осуждения военнослужащего, совершившего дисциплинарный проступок или нарушившего нормы международного гуманитарного права, по решению командира (начальника) может быть рассмотрен и обсужден:

- солдат и матросов – на собраниях личного состава;
- сержантов и старшин – на собраниях сержантов и старшин;
- прапорщиков и мичманов – на собраниях прапорщиков и мичманов;
- офицеров – на офицерских собраниях.

4.5. Дисциплинарные взыскания, применяемые к военнослужащим.

Права командиров (начальников) по применению дисциплинарных взысканий

Дисциплинарное взыскание является установленной государством *мерой ответственности за дисциплинарный проступок*, совершенный военнослужащим, и применяется в целях предупреждения совершения дисциплинарных проступков.

К военнослужащему могут применяться следующие виды дисциплинарных взысканий:

- выговор;

строгий выговор;
лишение очередного увольнения из расположения воинской части или с корабля на берег;
лишение нагрудного знака отличника;
предупреждение о неполном служебном соответствии;
снижение в воинской должности;
снижение в воинском звании на одну ступень;
снижение в воинском звании на одну ступень со снижением в воинской должности;
досрочное увольнение с военной службы в связи с невыполнением условий контракта;
отчисление из военной образовательной организации;
отчисление с военных сборов;
дисциплинарный арест.

К солдатам, матросам, сержантам и старшинам могут применяться следующие виды дисциплинарных взысканий:

- а) выговор;
- б) строгий выговор;
- в) лишение очередного увольнения из расположения воинской части или с корабля на берег;
- г) лишение нагрудного знака отличника;
- д) предупреждение о неполном служебном соответствии;
- е) снижение в воинской должности ефрейтора (старшего матроса) и сержанта (старшины);
- ж) снижение в воинском звании ефрейтора (старшего матроса) и сержанта (старшины);
- з) снижение в воинском звании со снижением в воинской должности ефрейтора (старшего матроса) и сержанта (старшины);
- и) досрочное увольнение с военной службы в связи с невыполнением условий контракта;
- к) дисциплинарный арест.

К солдатам, матросам, сержантам и старшинам, проходящим военную службу по призыву, применяются все виды дисциплинарных взысканий, за исключением предусмотренных пунктами «д» и «и», а к проходящим военную службу по контракту – за исключением предусмотренного пунктом «в».

К военнослужащим женского пола, проходящим военную службу в качестве солдат, матросов, сержантов и старшин, дисциплинарное взыскание, предусмотренное пунктом «к», не применяется.

К курсантам военных образовательных организаций, помимо дисциплинарных взысканий, (за исключением дисциплинарного взыскания, предусмотренного пунктом «и»), может быть применено дисциплинарное взыскание – отчисление из военной образовательной организации.

Командир отделения, заместитель командира взвода, старшина роты (команды) и командир взвода (группы) имеют право:

- а) объявлять выговор и строгий выговор;
- б) лишать солдат и матросов очередного увольнения из расположения воинской части или с корабля на берег.

Командир роты (боевого катера, корабля 4 ранга) имеет право:

- а) объявлять выговор и строгий выговор;
- б) лишать солдат, матросов, сержантов и старшин очередного увольнения из расположения воинской части или с корабля на берег;
- в) предупреждать о неполном служебном соответствии солдат и матросов.

Командир батальона имеет право:

- а) объявлять выговор и строгий выговор;
- б) лишать солдат, матросов, сержантов и старшин очередного увольнения из расположения воинской части или с корабля на берег;
- в) предупреждать о неполном служебном соответствии солдат, матросов, сержантов и старшин.

Командир отдельного батальона (корабля 2 и 3 ранга), а также командир отдельной воинской части, пользующийся дисциплинарной властью командира батальона, кроме того, имеют право применять дисциплинарные взыскания, предусмотренные пунктами «д» – «ж» статьи 59 Дисциплинарного устава Вооруженных Сил Российской Федерации.

Командир полка (корабля 1 ранга) имеет право:

- а) объявлять выговор и строгий выговор;
- б) лишать солдат, матросов, сержантов и старшин очередного увольнения из расположения воинской части или с корабля на берег;
- в) предупреждать о неполном служебном соответствии солдат, матросов, сержантов и старшин;
- г) лишать нагрудного знака отличника;

д) снижать в воинской должности ефрейторов, старших матросов, сержантов и старшин;

е) снижать в воинском звании ефрейторов, старших матросов, сержантов и старшин на одну ступень от старшего сержанта, главного старшины и ниже, в том числе со снижением в воинской должности;

ж) досрочно увольнять с военной службы в связи с невыполнением условий контракта солдат, матросов, сержантов и старшин.

Командир дивизии, командир корпуса (эскадры), командующий армией (флотилией) и командующий войсками военного округа, фронта, флотом и им равные в отношении подчиненных им солдат, матросов, сержантов и старшин пользуются правом применять дисциплинарные взыскания в полном объеме Дисциплинарного устава Вооруженных Сил Российской Федерации.

К прапорщикам и мичманам могут применяться следующие виды дисциплинарных взысканий:

а) выговор;

б) строгий выговор;

в) предупреждение о неполном служебном соответствии;

г) снижение в воинской должности;

д) досрочное увольнение с военной службы в связи с невыполнением условий контракта;

е) дисциплинарный арест.

К военнослужащим женского пола, проходящим военную службу в качестве прапорщиков и мичманов, взыскание, предусмотренное пунктом «е», не применяется.

Командир взвода (группы), командир роты (боевого катера, корабля 4 ранга), командир батальона имеют право объявлять выговор и строгий выговор.

Командир отдельного батальона (корабля 2 и 3 ранга), а также командир отдельной воинской части, пользующийся дисциплинарной властью командира батальона, кроме того, имеют право предупреждать о неполном служебном соответствии.

Командир полка (корабля 1 ранга) имеет право:

а) объявлять выговор и строгий выговор;

б) предупреждать о неполном служебном соответствии.

Командир дивизии и командир корпуса (эскадры) имеют право:

- а) объявлять выговор и строгий выговор;
- б) предупреждать о неполном служебном соответствии;
- в) снижать в воинской должности.

Командующий армией (флотилией) имеет право:

- а) объявлять выговор и строгий выговор;
- б) предупреждать о неполном служебном соответствии;
- в) снижать в воинской должности;
- г) досрочно увольнять с военной службы в связи с невыполнением условий контракта.

Командующие войсками военного округа, фронта, флотом и им равные в отношении подчиненных им прапорщиков и мичманов пользуются правом применять дисциплинарные взыскания в полном объеме Дисциплинарного устава Вооруженных Сил Российской Федерации.

К младшим и старшим офицерам могут применяться следующие виды дисциплинарных взысканий:

- а) выговор;
- б) строгий выговор;
- в) предупреждение о неполном служебном соответствии;
- г) снижение в воинской должности;
- д) досрочное увольнение с военной службы в связи с невыполнением условий контракта.

К высшим офицерам могут применяться следующие виды дисциплинарных взысканий:

- а) выговор;
- б) строгий выговор;
- в) предупреждение о неполном служебном соответствии;
- г) снижение в воинской должности.

Командир роты (боевого катера, корабля 4 ранга) и командир батальона имеют право объявлять выговор и строгий выговор.

Командир отдельного батальона (корабля 2 и 3 ранга), а также командир отдельной воинской части, пользующийся дисциплинарной властью командира батальона, кроме того, имеют право предупреждать о неполном служебном соответствии.

Командир полка (корабля 1 ранга) и командир дивизии имеют право:

- а) объявлять выговор и строгий выговор;
- б) предупреждать о неполном служебном соответствии.

Командир корпуса (эскадры) и командующий армией (флотилией) в отношении младших и старших офицеров имеют право:

- а) объявлять выговор и строгий выговор;
- б) предупреждать о неполном служебном соответствии.

В отношении высших офицеров командир корпуса (эскадры) имеет право объявлять выговор и строгий выговор, а командующий армией (флотилией), кроме того, предупреждать о неполном служебном соответствии.

Командующие войсками военного округа, фронта, флотом и им равные имеют право:

в отношении младших и старших офицеров:

- а) объявлять выговор и строгий выговор;
- б) предупреждать о неполном служебном соответствии;
- в) снижать в воинской должности офицеров от командиров батальонов, им равных и ниже;
- г) досрочно увольнять с военной службы в связи с невыполнением условий контракта офицеров от командиров рот, командиров боевых катеров и кораблей 4 ранга, им равных и ниже;

в отношении высших офицеров:

- а) объявлять выговор и строгий выговор;
- б) предупреждать о неполном служебном соответствии.

Заместители Министра обороны, главнокомандующие видами Вооруженных Сил Российской Федерации и им равные сверх прав, предоставленных командующему войсками военного округа, фронта, флотом и им равным, имеют право:

- а) снижать в воинской должности офицеров от заместителей командиров полков, старших помощников командиров кораблей 1 ранга, им равных и ниже;
- б) досрочно увольнять с военной службы в связи с невыполнением условий контракта офицеров от командиров батальонов, им равных и ниже.

4.6. Порядок применения и исполнения дисциплинарных взысканий.

К военнослужащему, совершившему дисциплинарный проступок, могут применяться только те дисциплинарные взыскания, которые определены Дисциплинарным уставом Вооруженных Сил Российской Федерации, соответствуют воинскому званию военнослужащего и дисциплинарной власти командира (начальника), принимающего решение о привлечении нарушителя к дисциплинарной ответственности.

Принятию командиром (начальником) решения о применении к подчиненному военнослужащему дисциплинарного взыскания предшествует разбирательство, которое проводится в целях установления виновных лиц, выявления причин и условий, способствовавших совершению дисциплинарного проступка.

Разбирательство, как правило, проводится непосредственным командиром (начальником) военнослужащего, совершившего дисциплинарный проступок, или другим лицом, назначенным одним из прямых командиров (начальников). При этом военнослужащий, назначенный для проведения разбирательства, должен иметь воинское звание и воинскую должность не ниже воинского звания и воинской должности военнослужащего, совершившего дисциплинарный проступок, за исключением назначенных для проведения разбирательства военнослужащего военной полиции, военнослужащего подразделения собственной безопасности войск национальной гвардии Российской Федерации, которые могут иметь воинское звание и воинскую должность ниже воинского звания и воинской должности военнослужащего, совершившего дисциплинарный проступок.

В случаях, указанных в статье 75 Дисциплинарного устава Вооруженных Сил Российской Федерации, разбирательство проводится начальником гарнизона, старшим морским начальником, начальником органа военной полиции, начальником военных сообщений на видах транспорта, начальником военно-автомобильных дорог, военным комендантом железнодорожного (водного) участка и станции (порта, аэропорта) или назначенными ими лицами.

Разбирательство, как правило, проводится без оформления письменных материалов, за исключением случаев, когда командир

(начальник) потребовал представить материалы разбирательства в письменном виде.

Материалы разбирательства о грубом дисциплинарном проступке оформляются только в письменном виде.

В ходе разбирательства должно быть установлено:

событие дисциплинарного проступка (время, место, способ и другие обстоятельства его совершения);

лицо, совершившее дисциплинарный проступок;

вина военнослужащего в совершении дисциплинарного проступка, форма вины и мотивы совершения дисциплинарного проступка;

данные, характеризующие личность военнослужащего, совершившего дисциплинарный проступок;

наличие и характер вредных последствий дисциплинарного проступка;

обстоятельства, исключающие дисциплинарную ответственность военнослужащего;

обстоятельства, смягчающие дисциплинарную ответственность, и обстоятельства, отягчающие дисциплинарную ответственность;

характер и степень участия каждого из военнослужащих при совершении дисциплинарного проступка несколькими лицами;

причины и условия, способствовавшие совершению дисциплинарного проступка;

другие обстоятельства, имеющие значение для правильного решения вопроса о привлечении военнослужащего к дисциплинарной ответственности.

Командир (начальник) вправе принять решение о наказании военнослужащего своей властью либо в срок до 10 суток представить по подчиненности вышестоящему командиру (начальнику) материалы разбирательства о совершении военнослужащим дисциплинарного проступка для принятия решения.

При совершении военнослужащим грубого дисциплинарного проступка или при получении данных о его совершении непосредственный командир (начальник) военнослужащего обязан немедленно доложить об этом в установленном порядке командиру воинской части.

Командир воинской части (начальник органа военной полиции) ***принимает решение о проведении разбирательства*** по факту со-

вершения грубого дисциплинарного проступка *и назначает ответственного за его проведение.*

Разбирательство по факту совершения военнослужащим грубого дисциплинарного проступка заканчивается составлением протокола. При проведении разбирательства по факту совершения грубого дисциплинарного проступка группой военнослужащих протокол составляется в отношении каждого из этих военнослужащих.

Протокол вместе с материалами разбирательства предоставляется для ознакомления военнослужащему, совершившему грубый дисциплинарный проступок, и с предложением о сроке дисциплинарного ареста, который целесообразно назначить военнослужащему, или о применении к нему другого вида дисциплинарного взыскания направляется командиру воинской части (начальнику органа военной полиции) для рассмотрения. Командир (начальник) или лицо, проводившее разбирательство, направляет командиру воинской части (начальнику органа военной полиции) предложение о сроке дисциплинарного ареста, который целесообразно назначить военнослужащему, или о применении к нему другого вида дисциплинарного взыскания.

Командир воинской части (начальник органа военной полиции) обязан в срок до двух суток рассмотреть протокол и материалы о совершении грубого дисциплинарного проступка и принять решение либо о направлении их в гарнизонный военный суд, либо о применении к военнослужащему иного дисциплинарного взыскания, предусмотренного Дисциплинарным уставом Вооруженных Сил Российской Федерации.

В случае, когда обстоятельства совершения военнослужащим грубого дисциплинарного проступка установлены ранее проведенными по данному факту ревизией, проверкой или административным расследованием либо материалами об административном правонарушении, разбирательство командиром воинской части (начальником органа военной полиции) может не назначаться. Если разбирательство не назначается, командир воинской части (начальник органа военной полиции) назначает офицера для составления протокола и определяет срок его составления, который не должен превышать трех суток.

Если в ходе разбирательства выяснится, что в действиях (бездействии) военнослужащего усматриваются признаки преступления, лицо, проводящее разбирательство, обязано незамедлительно доложить об этом в установленном порядке командиру воинской части (начальнику органа военной полиции) и действовать в соответствии с его указаниями. Командир воинской части (начальник органа военной полиции) незамедлительно уведомляет об этом военного прокурора, руководителя военного следственного органа Следственного комитета Российской Федерации, а командир воинской части – органы военной полиции и принимает меры, предусмотренные законодательством Российской Федерации.

Срок разбирательства не должен превышать 30 суток с момента, когда командиру (начальнику) стало известно о совершении военнослужащим дисциплинарного проступка, не считая периода временной нетрудоспособности военнослужащего, пребывания его в отпуске, других случаев его отсутствия на службе по уважительным причинам.

При назначении дисциплинарного взыскания учитываются характер дисциплинарного проступка, обстоятельства и последствия его совершения, форма вины, личность военнослужащего, совершившего дисциплинарный проступок, обстоятельства, смягчающие и отягчающие дисциплинарную ответственность.

Строгость дисциплинарного взыскания увеличивается, если дисциплинарный проступок совершен во время несения боевого дежурства (боевой службы) или при исполнении других должностных или специальных обязанностей, в состоянии опьянения или если его последствием явилось существенное нарушение внутреннего порядка.

Применение дисциплинарного взыскания к военнослужащему, совершившему дисциплинарный проступок, производится в срок до 10 суток со дня, когда командиру (начальнику) стало известно о совершенном дисциплинарном проступке (не считая времени на проведение разбирательства, производство по уголовному делу или по делу об административном правонарушении, времени болезни военнослужащего, нахождения его в командировке или отпуске, а также времени выполнения им боевой задачи), но до истечения срока давности привлечения военнослужащего к дисциплинарной ответственности.

Военнослужащий, считающий себя невиновным, имеет право в течение 10 суток со дня применения дисциплинарного взыскания подать жалобу.

Применение дисциплинарного взыскания к военнослужащему, входящему в состав суточного наряда (несущему боевое дежурство), за дисциплинарный проступок, совершенный им во время несения службы, осуществляется после смены с наряда (боевого дежурства) или после замены его другим военнослужащим.

Применение дисциплинарного взыскания к военнослужащему, находящемуся в состоянии опьянения, а также получение от него каких-либо объяснений осуществляются после его вытрезвления. В этом случае к военнослужащему может быть применено задержание, после чего принимается решение о привлечении его к дисциплинарной ответственности.

Запрещается за один и тот же дисциплинарный проступок применять несколько дисциплинарных взысканий, или соединять одно взыскание с другим, или применять взыскание ко всему личному составу подразделения вместо наказания непосредственных виновников.

Если командир (начальник) ввиду тяжести совершенного подчиненным дисциплинарного проступка считает предоставленную ему дисциплинарную власть недостаточной, он возбуждает ходатайство о применении к виновному дисциплинарного взыскания властью вышестоящего командира (начальника). Ходатайство оформляется в форме рапорта и представляется вышестоящему командиру (начальнику) в срок до 10 суток со дня, когда стало известно о совершенном дисциплинарном проступке.

Командир (начальник), превысивший предоставленную ему дисциплинарную власть, несет за это ответственность.

Вышестоящий командир (начальник) не имеет права отменить или уменьшить дисциплинарное взыскание, примененное нижестоящим командиром (начальником), по причине строгости взыскания, если последний не превысил предоставленной ему власти.

Вышестоящий командир (начальник) имеет право отменить дисциплинарное взыскание, примененное нижестоящим командиром

(начальником), если сочтет, что это взыскание не соответствует тяжести совершенного дисциплинарного проступка, и применить более строгое дисциплинарное взыскание.

Военнослужащий, к которому применено дисциплинарное взыскание за совершенное правонарушение, не освобождается от уголовной и материальной ответственности.

Дисциплинарное взыскание исполняется, как правило, немедленно, а в исключительных случаях – не позднее истечения срока давности привлечения военнослужащего к дисциплинарной ответственности. По истечении срока давности взыскание не исполняется, но запись о нем в служебной карточке сохраняется. В последнем случае лицо, по вине которого не было исполнено примененное взыскание, несет дисциплинарную ответственность.

Решение судьи гарнизонного военного суда о назначении дисциплинарного ареста исполняется **немедленно**.

Исполнение дисциплинарного взыскания при подаче жалобы не приостанавливается, если не последует приказ вышестоящего командира (начальника) о его отмене, а в случае назначения дисциплинарного ареста – решения вышестоящего судебного органа.

Досрочное прекращение исполнения дисциплинарного взыскания осуществляется в порядке, установленном законодательством Российской Федерации.

О примененных дисциплинарных взысканиях объявляется:

солдатам и матросам – лично или перед строем;

сержантам и старшинам – лично, на совещании или перед строем сержантов или старшин;

прапорщикам и мичманам – лично, на совещании прапорщиков или мичманов, а также на совещании прапорщиков, мичманов и офицеров;

офицерам – лично или на совещании (старшим офицерам – в присутствии старших офицеров, высшим офицерам – в присутствии высших офицеров).

Кроме того, дисциплинарные взыскания могут объявляться в приказе.

Объявлять дисциплинарные взыскания командирам (начальникам) в присутствии их подчиненных запрещается.

При объявлении военнослужащему дисциплинарного взыскания указываются причина наказания и суть дисциплинарного проступка.

Дисциплинарные взыскания – выговор, строгий выговор – объявляются военнослужащему в порядке, указанном в статье 91 Дисциплинарного устава Вооруженных Сил Российской Федерации.

Дисциплинарное взыскание – лишение очередного увольнения из расположения воинской части или с корабля на берег – применяется к военнослужащим, проходящим военную службу по призыву, и означает запрещение в течение семи суток отлучаться без служебной необходимости из расположения воинской части (сходить с корабля на берег), в том числе участвовать в коллективных (в составе подразделения) посещениях культурно-досуговых учреждений и мест отдыха, расположенных вне военного городка.

Дисциплинарный арест является крайней мерой дисциплинарного воздействия и заключается в содержании военнослужащего в условиях изоляции на гауптвахте.

Дисциплинарный арест применяется к военнослужащему лишь в исключительных случаях и только за совершенный им грубый дисциплинарный проступок. Если грубым дисциплинарным проступком является административное правонарушение, то дисциплинарный арест может быть применен только в том случае, когда за такое административное правонарушение Кодексом Российской Федерации об административных правонарушениях предусмотрено административное наказание в виде административного ареста.

Дисциплинарный арест назначается на срок до 30 суток за один или несколько грубых дисциплинарных проступков. Если грубым дисциплинарным проступком является административное правонарушение, то срок дисциплинарного ареста устанавливается в пределах срока административного ареста, установленного за такое административное правонарушение Кодексом Российской Федерации об административных правонарушениях.

Дисциплинарный арест за несколько грубых дисциплинарных проступков назначается путем поглощения менее строгого дисциплинарного взыскания более строгим либо путем частичного или полного сложения сроков ареста в пределах срока, установленного законодательством Российской Федерации.

Дисциплинарный арест за грубый дисциплинарный проступок, совершенный в период отбывания дисциплинарного ареста, назначается путем частичного или полного сложения сроков ареста. В этом случае непрерывный срок нахождения военнослужащего под дисциплинарным арестом не должен превышать 45 суток.

В срок дисциплинарного ареста засчитывается срок задержания военнослужащего (если такая мера обеспечения производства по материалам о дисциплинарном проступке была применена к военнослужащему) в связи с совершением им дисциплинарного проступка, за который назначен дисциплинарный арест.

Во время отбывания дисциплинарного ареста военнослужащий не может быть исключен из списков личного состава воинской части в связи с увольнением с военной службы (отчислением с военных сборов или окончанием военных сборов), за исключением случая признания его военно-врачебной комиссией негодным к военной службе, а военнослужащий, проходящий военную службу по контракту на воинской должности, для которой штатом предусмотрено воинское звание до старшины или главного корабельного старшины включительно, и военнослужащий, проходящий военную службу по призыву, – также за исключением случая признания его военно-врачебной комиссией ограниченно годным к военной службе.

Дисциплинарный арест не применяется к офицерам, военнослужащим, не приведенным к Военной присяге (не принесшим обязательство), военнослужащим, не достигшим 18-летнего возраста, и военнослужащим женского пола.

Дисциплинарный арест исполняется только в отношении военнослужащего, который по состоянию здоровья может содержаться под дисциплинарным арестом. Время отбывания дисциплинарного ареста в срок военной службы не засчитывается.

Перечень грубых дисциплинарных проступков и порядок исполнения дисциплинарного ареста, назначенного судьей гарнизонного военного суда, изложены в приложении № 7 к Дисциплинарному уставу Вооруженных Сил Российской Федерации.

Дисциплинарное взыскание – лишение нагрудного знака отличника – объявляется приказом командира воинской части и исполняется в отношении: солдат и матросов – перед строем во-

инской части; сержантов и старшин – перед строем сержантов и старшин.

Дисциплинарное взыскание – предупреждение о неполном служебном соответствии – применяется один раз за время пребывания военнослужащего, проходящего военную службу по контракту, в занимаемой штатной воинской должности.

По истечении года после применения этого дисциплинарного взыскания командир (начальник) в срок до 30 суток принимает решение (ходатайствует) о снятии данного дисциплинарного взыскания либо, если военнослужащий не исправил свое поведение образцовым выполнением воинского долга и взыскание не сыграло своей воспитательной роли, – о снижении этого военнослужащего в воинской должности или досрочном увольнении его с военной службы в установленном порядке.

Военнослужащий может быть представлен к снижению в воинской должности или досрочному увольнению с военной службы до окончания срока действия данного дисциплинарного взыскания в случае систематического нарушения исполнения должностных и (или) специальных обязанностей.

Дисциплинарное взыскание – снижение в воинской должности – применяется в отношении всех военнослужащих, объявляется приказом командира воинской части и исполняется без согласия военнослужащего на перемещение на нижестоящую воинскую должность.

Дисциплинарное взыскание – снижение в воинском звании ефрейтора (старшего матроса) и сержанта (старшины), в том числе и со снижением в воинской должности, – объявляется приказом командира воинской части.

Военнослужащему, к которому применено дисциплинарное взыскание – снижение в воинском звании на одну ступень – при объявлении взыскания определяется время для замены соответствующих знаков различия. Запрещаются срывание погон, срезание нашивок и другие действия, унижающие личное достоинство военнослужащего.

Дисциплинарное взыскание – досрочное увольнение с военной службы в связи с невыполнением условий контракта – применяется в отношении военнослужащего, проходящего военную службу по контракту, за невыполнение им условий контракта и исполняется без его согласия.

Если на момент досрочного увольнения военнослужащий не выслужил установленный срок военной службы по призыву, он направляется для прохождения военной службы по призыву с зачислением двух месяцев военной службы по контракту за один месяц военной службы по призыву.

Дисциплинарное взыскание – отчисление из военной образовательной организации применяется в отношении курсантов военной образовательной организации за один или несколько совершенных ими грубых дисциплинарных проступков по представлению начальника военной образовательной организации приказом командира (начальника), которому такое право предоставлено.

Дисциплинарное взыскание – отчисление с военных сборов применяется в отношении граждан, призванных на военные сборы, за один или несколько совершенных ими грубых дисциплинарных проступков и объявляется приказом командира воинской части, в которой гражданин, призванный на военные сборы, проходит военные сборы. **При этом время нахождения на военных сборах гражданину, призванному на военные сборы, не засчитывается.**

Вопросы для контроля и самопроверки:

1. Что такое воинская дисциплина?
2. На чем основывается воинская дисциплина?
3. Чем достигается воинская дисциплина?
4. Какие обязанности выполняет командир по поддержанию воинской дисциплины в воинской части (подразделении)?
5. Кто отвечает за состояние воинской дисциплины в воинской части (подразделении)?
6. Какие начальники могут применять поощрения и дисциплинарные взыскания?
7. Какие виды поощрений могут применяться к военнослужащим?
8. Какие поощрения применяются к солдатам, матросам, сержантам и старшинам?
9. Какие права предоставлены командирам (начальникам) по применению поощрений к подчиненным им солдатам, матросам, сержантам и старшинам?

10. Какие поощрения применяются к прапорщикам и мичманам?
11. Какие права предоставлены командирам (начальникам) по применению поощрений к подчиненным им прапорщикам и мичманам?
12. Какие поощрения применяются к офицерам?
13. Какие права предоставлены командирам (начальникам) по применению поощрений к подчиненным им офицерам?
14. Сколько раз военнослужащий может быть поощрен за одно отличие?
15. Как может быть поощрен военнослужащий, имеющий дисциплинарное взыскание?
16. Какова главная цель дисциплинарного взыскания?
17. За что военнослужащие привлекаются к дисциплинарной ответственности?
18. Что не является дисциплинарным взысканием?
19. Какие меры обеспечения производства по материалам о дисциплинарном проступке могут быть применены к военнослужащему?
20. Какие виды дисциплинарных взысканий могут применяться к военнослужащим?
21. Какие дисциплинарные взыскания могут налагаться на солдат, матросов, сержантов и старшин?
22. Какие права предоставлены командирам (начальникам) по применению дисциплинарных взысканий к подчиненным им солдатам, матросам, сержантам и старшинам?
23. Какие дисциплинарные взыскания применяются к прапорщикам и мичманам?
24. Какие права предоставлены командирам (начальникам) по применению дисциплинарных взысканий к подчиненным им прапорщикам и мичманам?
25. Какие дисциплинарные взыскания применяются к офицерам?
26. Какие права предоставлены командирам (начальникам) по применению дисциплинарных взысканий к подчиненным им офицерам?
27. С какой целью проводится разбирательство?
28. Какой существует порядок проведения разбирательства?
29. Какие установлены сроки проведения разбирательства?
30. Какой установлен порядок наложения дисциплинарного взыскания?

Раздел 3

СТРОЕВАЯ ПОДГОТОВКА

Строевая подготовка является разделом общевойсковой подготовки и представляет собой учебную дисциплину, целью которой является обучение военнослужащих соблюдению внешнего вида и правил ношения военной формы одежды, знанию положений Строевого устава Вооруженных Сил Российской Федерации, выработки у них строевой выправки, подтянутости и выносливости, умений правильно и быстро выполнять команды, строевые приемы с оружием и без него, в строю и вне строя, строевой слаженности подразделений.

Строевая подготовка является первоначальной учебной дисциплиной, с которой начинают знакомство военнослужащих с военной службой. Она организуется и проводится в строгом соответствии с положениями Строевого устава Вооруженных Сил Российской Федерации.

Строевая подготовка состоит из практического курса, который основывается на методах обучения. Курс, несмотря на кажущуюся простоту, оказывается для военнослужащих достаточно сложным для восприятия, но игнорировать обучение категорически нельзя.

Методы обучения – это пути и способы, с помощью которых достигаются сообщение и усвоение знаний, формирование умений и навыков, выработка морально-волевых и психологических качеств.

В строевой подготовке применяются различные методы обучения, такие как устное изложение учебного материала, показ, тренировка (упражнение), самостоятельное изучение приема или действия. Но основным методом обучения считается метод **«рассказ, показ и тренировка»** с использованием разметки и оборудования строевого плаца.

Метод состоит из взаимосвязанных элементов и способов, которые принято называть приемами обучения. Так, например, изложение порядка выполнения строевого приема – это прием метода рассказа, демонстрация изучаемого строевого приема по подразделениям или в целом – это приемы метода показа.

Показ представляет собой совокупность приемов и действий, с помощью которых у обучаемых создается наглядный образ изучаемого предмета, формируются конкретные представления о приемах и действиях. Одной из разновидностей метода показа является демонстрация.

Особое значение в строевой подготовке имеет умение руководителя занятия правильно, четко и громко подавать команды.

Предварительная команда должна подаваться отчетливо и протяжно, чтобы обучаемые поняли, каких действий от них требует руководитель.

Исполнительная команда должна подаваться после паузы отрывисто и энергично. Исполнительную команду никогда не следует затягивать, так как это приводит к ненужному перенапряжению обучаемых и нечеткости их действий.

Для подачи команд или отдачи приказов руководитель занятия обязан принять положение строевой стойки. Это является примером для подчиненных, воспитывает у них дисциплинированность и уважение к строю.

Обучение строевым приемам целесообразно проводить в следующей последовательности:

- ознакомление с приемом;
- разучивание приема;
- тренировка (упражнение).

Для ознакомления с приемом руководитель должен:

- назвать прием и указать, где и с какой целью он применяется;
- подать команду, по которой выполняется прием;

показать выполнение приема в целом и по разделениям с краткими пояснениями порядка выполнения.

После ознакомления со строевым приемом процесс формирования умений и навыков состоит из трех связанных между собой основных этапов:

первый этап формирования умений заключается в разделении строевого приема на простые элементы и их выполнении;

второй этап формирования умения (этап формирования первичных навыков) последовательно объединяет элементы в группы, а затем – в единое целое;

третий этап является этапом формирования навыка в выполнении строевого приема путем многократного повторения (тренировки) и доведенного до автоматизма.

5. Общие положения Строевого устава Вооруженных Сил Российской Федерации

Общие положения Строевого устава Вооруженных Сил Российской Федерации изложены в главе 1 Строевого устава Вооруженных Сил Российской Федерации [10] и заключаются в следующем.

5.1. Строи и управление ими

Для успешного усвоения основных положений Строевого устава Вооруженных сил Российской Федерации (далее по тексту – Строевого устава) и умелых действий в строю целесообразно, в первую очередь, показать элементы строя, довести их определения согласно положений статей Строевого устава, рассказать о назначении элементов строя и основных команд по управлению им.

Для разъяснения теоретических положений и облегчения показа руководитель строит на строевой площадке личный состав взвода по отделениям в одну шеренгу так, чтобы первое отделение находилось слева от руководителя занятия, второе – напротив, а третье – справа, затем перестраивает личный состав отделений по ранжиру, после чего доводит положения статей 1-15 Строевого устава Вооруженных Сил Российской Федерации [10] и непосредственно на отделениях показывает строи и элементы строя.

Строй – установленное Уставом размещение военнослужащих, подразделений и воинских частей для их совместных действий в пешем порядке и на машинах.

Шеренга – строй, в котором военнослужащие размещены один возле другого на одной линии на установленных интервалах, как показано на рис. 5.1.

Линия машин – строй, в котором машины размещены одна возле другой на одной линии.

Фланг – правая (левая) оконечность строя. При поворотах строя названия флангов не изменяются.



Рис. 5.1. Строй и его элементы. Шеренга

Фронт – сторона строя, в которую военнослужащие обращены лицом (машины – лобовой частью).

Тыльная сторона строя – сторона, противоположная фронту.

Интервал – расстояние по фронту между военнослужащими (машинами), подразделениями и воинскими частями.

Ширина строя – расстояние между флангами.

Двухшереножный строй – строй, в котором военнослужащие одной шеренги расположены в затылок военнослужащим другой шеренги на дистанции одного шага (вытянутой руки, наложенной ладонью на плечо впереди стоящего военнослужащего). Шеренги называются первой и второй. При повороте строя названия шеренг не изменяются. Двухшереножный строй представлен на рис. 5.2.

Дистанция – расстояние в глубину между военнослужащими (машинами), подразделениями и воинскими частями.

Военнослужащие второй шеренги могут проверить дистанцию, вытянув вперед руку и положив ладонь на плечо впереди стоящего (при повороте кругом также могут проверить дистанцию военнослужащие первой шеренги).

Руководитель указывает, что построение подразделения производится по команде «СТАНОВИСЬ», перед которой указывается поряд-

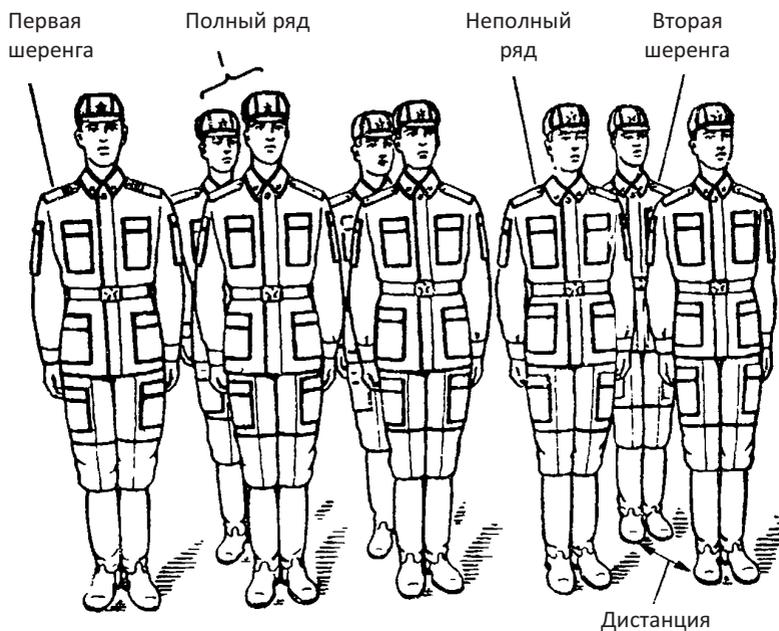


Рис. 5.2. Двухшереножный строй

док построения. По этой команде военнослужащий должен быстро занять свое место в строю, набрать установленные интервал и дистанцию, принять строевую стойку.

После разъяснения руководитель занятия организует построение взвода в две шеренги, подав команду **«Взвод (отделение), в две шеренги – СТАНОВИСЬ»**, при этом практически показывает место каждого военнослужащего в двухшереножном строю.

После построения руководитель выводит из строя двух обучающихся, строит одного в затылок другому и показывает, что такое ряд.

Ряд – два военнослужащих, стоящих в двухшереножном строю в затылок один другому. Если за военнослужащим первой шеренги не стоит в затылок военнослужащий второй шеренги, такой ряд называется неполным.

При повороте двухшереножного строя кругом военнослужащий неполного ряда переходит вопереди стоящую шеренгу.

Развернутый строй – строй, в котором подразделения построены на одной линии по фронту в одношереножном или двухшереножном строю (в линию машин) или в линию колонн на интервалах, установленных Уставом или командиром.

Развернутый строй применяется для проведения проверок, расчетов, смотров, парадов, а также в других необходимых случаях.

Фланг, фронт, тыльная сторона строя, интервал, дистанция, ширина строя являются характеристиками строя; ряд строем не является, последний ряд и первая шеренга должны быть всегда заполнены.

Одношереножный и двухшереножный строи могут быть **сомкнутыми** или **разомкнутыми**.

В сомкнутом строю военнослужащие в шеренгах расположены по фронту один от другого на интервалах, равных ширине ладони между локтями.

В разомкнутом строю военнослужащие в шеренгах расположены по фронту один от другого на интервалах в один шаг или на интервалах, указанных командиром, как показано на рисунке 5.3.



Рис. 5.3. Разомкнутый строй

Походный строй – строй, в котором подразделение построено в колонну или подразделения в колоннах построены одно за другим на дистанциях, установленных Уставом или командиром.

Походный строй применяется для передвижения подразделений при совершении марша, прохождения торжественным маршем, с песней, а также в других необходимых случаях.

Колонна – строй, в котором военнослужащие расположены в затылок друг другу, а подразделения (машины) – одно за другим на дистанциях, установленных Уставом или командиром.

Колонны могут быть по одному, как показано на рисунке 5.4, по два, по три, по четыре и более.



Рис. 5.4. Походный строй и его элементы. Колонна

Колонны применяются для построения подразделений и воинских частей в развернутый или походный строй.

Руководитель организует построение взвода в колонну по одному (по два), повернув взвод налево или направо (сначала из одношереножного, затем из духшереножного строя), одновременно указав, что построение осуществляется по команде: **«Взвод (отделение), в**

колонну по одному (по два) – СТАНОВИСЬ», а при построении в колонну по три, указывает, что построение осуществляется по команде: **«Взвод, в колонну по три – СТАНОВИСЬ».**

Называя элементы походного строя, руководитель дает их определение обращая внимание обучаемых на то, что: строями являются не только двухшереножный строй, развернутый строй и походный строй, но и шеренга, колонна; дистанция, глубина строя являются характеристиками строя.

Глубина строя – расстояние от первой шеренги (впереди стоящего военнослужащего) до последней шеренги (позади стоящего военнослужащего), а при действиях на машинах – расстояние от первой линии машин (впереди стоящей машины) до последней линии машин (позади стоящей машины).

Направляющий – военнослужащий (подразделение, машина), движущийся головным в указанном направлении. По направляющему сообразуют свое движение остальные военнослужащие (подразделения, машины).

Замыкающий – военнослужащий (подразделение, машина), движущийся последним в колонне.

Затем руководитель ставит перед обучаемыми вопросы, проверяя, как они усвоили пройденный материал. Если обучаемые усвоили положения развернутого строя и его элементы, руководитель приступает к разъяснению порядка принятия указанного интервала (дистанции) между отделениями в походном строю:

организует построение взвода в колонну по три;

подает команды: **«Первое и второе отделения напра-ВО, первое отделение – шесть, второе – три шага вперед, шагом – МАРШ», «Нале-ВО».**

Управление строем осуществляется командами и приказами, которые подаются командиром голосом, сигналами и личным примером, а также передаются с помощью технических и подвижных средств.

Команды и приказания могут передаваться по колонне через командиров подразделений (старших машин) и назначенных наблюдателей.

Управление в машине осуществляется командами и приказами, подаваемыми голосом и с помощью средств внутренней связи.

В строю старший командир находится там, откуда ему удобнее командовать. Остальные командиры подают команды, оставаясь на местах, установленных Уставом или старшим командиром.

Командирам подразделений от роты и выше в походном строю батальона и полка разрешается выходить из строя только для подачи команд и проверки их исполнения.

Команда – краткое, установленное Уставом, устное распоряжение командира, требующее немедленного и точного выполнения определенных приемов и действий.

Приказание – форма доведения командиром (начальником) задач до подчиненных по частным вопросам.

Команда разделяется на **предварительную и исполнительную**; команды могут быть и только исполнительные.

Предварительная команда подается отчетливо, громко и протяжно, чтобы находящиеся в строю поняли, каких действий от них требует командир (руководитель занятия).

Перед подачей команды или отдачей приказа руководитель обязан принять положение «смирно». Это воспитывает у подчиненных дисциплинированность и уважение к строю.

По любой предварительной команде военнослужащие, находящиеся в строю, принимают строевую стойку, в движении переходят на строевой шаг, а вне строя поворачиваются в сторону начальника и принимают строевую стойку.

При выполнении приемов с оружием в предварительной команде, при необходимости, указывается наименование оружия. Например, **«Автоматы на – ГРУДЬ»**, **«Пулеметы на ре-МЕНЬ»** и т. д.

С целью привлечь внимание подразделения или отдельного военнослужащего в предварительной команде, при необходимости, называется наименование подразделения или звание и фамилия военнослужащего. Например, **«Взвод (1-й взвод) – СТОЙ»**, **«Рядовой Петров, кру-ГОМ»**.

Исполнительная команда (в Строевом уставе напечатана крупным шрифтом) подается после паузы, громко, отрывисто, четко и энергично. Исполнительную команду никогда не следует затягивать, так как это приводит к ненужному перенапряжению обучаемых и нечеткости их действий.

Особо важное значение приобретает пауза между предвзвешенной и исполнительной командами при остановке строя, так как находящиеся в нем военнослужащие должны не только уяснить смысл команды, но и перейти на строевой шаг. Исполнительная команда для выполнения поворотов и других приемов в движении должна подаваться в момент постановки той или иной ноги на землю.

По исполнительной команде производится немедленное и точное ее выполнение.

Голос при подаче команд должен соразмеряться с шириной и глубиной строя, а доклад произносится четко, без резкого повышения голоса.

Команды, относящиеся ко всем подразделениям, принимаются и немедленно исполняются всеми командирами подразделений и командирами (старшими) машин.

Чтобы отменить или прекратить выполнение приема, подается команда **«ОТСТАВИТЬ»**. По этой команде принимается положение, которое было до выполнения приема.

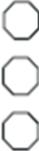
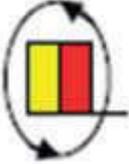
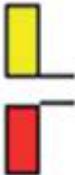
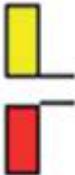
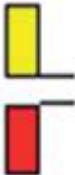
При обучении допускаются выполнение указанных в Строевом уставе строевых приемов и движение по подразделениям, а также с помощью подготовительных упражнений. *Например:* «Автомат на грудь, по подразделениям: делай – РАЗ, делай – ДВА, делай – ТРИ». «Направо, по подразделениям: делай – РАЗ, делай – ДВА».

5.2. Сигналы для управления строем и сигналы для управления машиной

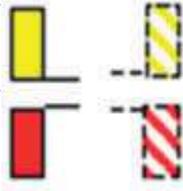
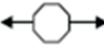
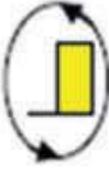
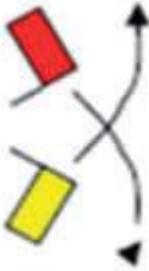
Сигналы для управления строем и сигналы для управления машиной указаны в приложениях 3 и 4 к Строевому уставу Вооруженных сил Российской Федерации и приведены в таблице 5.1 и на рисунке 5.5.

В ходе разъяснения руководитель занятия демонстрирует в динамике некоторые сигналы с обозначением команд голосом, например, **«ВНИМАНИЕ»**, **«К МАШИНЕ»**, **«ПО МЕСТАМ»**, **«ЗАВОДИ»**, **«СТОЙ»**.

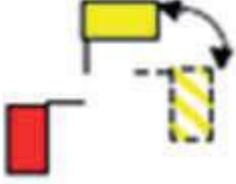
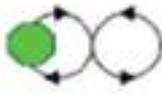
Таблица 5.1

Сигнал	Условные обозначения			фонарем
	рукой	флажками	фонарем	
Внимание (внимание, делай, что я; отзыв)	Поднять правую руку вверх и держать до отзыва (до повторения сигнала «Внимание»)	Поднять правой рукой вверх желтый флажок и держать до отзыва (до повторения сигнала «Внимание») 	Поднять правую рукой вверх желтый флажок и держать до отзыва (до повторения сигнала «Внимание») 	Фонарем с белым светом – серия точек 
Сбор командиров (начальников)	Поднять правую руку вверх и кружить ею над головой, после чего руку резко опустить	То же, с красным и желтым флажками в правой руке 	Фонарем с белым светом размахивать над головой вправо и влево, описывая полукруги 	Фонарем с белым светом размахивать перед собой вправо и влево на уровне плеча 
К машине	Поднять обе руки вверх и держать до исполнения	То же, имея в правой руке желтый, а в левой красный флажок 	То же, имея в правой руке желтый, а в левой красный флажок 	То же, имея в правой руке желтый, а в левой красный флажок 

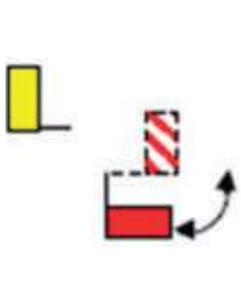
Продолжение табл. 5.1

Сигнал	Условные обозначения		
	рукой	флажками	фонарем
По местам	Поднять обе руки вверх и резко опустить вниз через стороны		
Заводи	Правой рукой вращать впереди себя		
Глуши двигатель	Размахивать перед собой обеими опущенными руками		

Продолжение табл. 5.1

Сигнал	Условные обозначения		
	рукой	флажками	фонарем
Марш (вперед, про-должать движение в прежнем или новом направлении, путь свободен)	Поднять правую руку вверх, повернуться в сторону движения и опустить руку в направлении движения на уровне плеча	То же, с желтым флажком в правой руке 	Фонарем с зеленым светом размахивать по вертикали вверх и вниз 
Увеличить дистанцию	Поднять левую руку вверх, а правую вытянуть горизонтально в сторону и размахивать ею вниз и вверх до уровня плеча	То же, имея в правой руке желтый, а в левой красный флажок 	Фонарем с зеленым светом размахивать в вертикальной плоскости, описывая восьмерку 
Уменьшить дистанцию	Поднять правую руку вверх, а левую вытянуть	То же, имея в правой руке желтый, а в левой красный флажок	Фонарем с красным светом размахивать в

Продолжение табл. 5.1

Сигнал	Условные обозначения		
	рукой	флажками	фонарем
	горизонтально в сторону и размахивать ею вниз и вверх до уровня плеча		вертикальной плоскости, описывая восьмерку 
Стой (стоп)	Поднять левую руку вверх и быстро спустить вниз перед собой, повторяя до исполнения	То же, с красным флажком в левой руке 	Фонарем с красным светом размахивать по вертикали вверх и вниз 
В линию машин	Вытянуть обе руки горизонтально в сторону и держать до отъезда	То же, имея в правой руке желтый, а в левой красный флажок 	Фонарем с зеленым светом размахивать перед собой вправо и влево на уровне плеча 

Окончание табл. 5.1

Сигнал	Условные обозначения		
	рукой	флажками	фонарем
В линию колонн	В линию взводных колонн: поднять обе руки вверх и размахивать ими накрест над головой		Фонарем с зеленым светом размахивать над головой вправо и влево, описывая полукруг 
	В линию ротных колонн: поднять обе руки вверх, сложить их накрест над головой и держать неподвижно	То же, имея в правой руке желтый, а в левой красный флажок 	Фонарем с зеленым светом размахивать над головой вправо, описывая полукруг. Возвращение фонаря в первоначальное положение производить при полупотушенном или скрытом от принимающего свете 

Примечания:

1. Сигнальный флажок состоит из прямоугольного полотнища размером 32x22 см, прикрепленного к древку длиной 40 см. Вместо флажка желтого цвета может применяться флажок белого цвета.

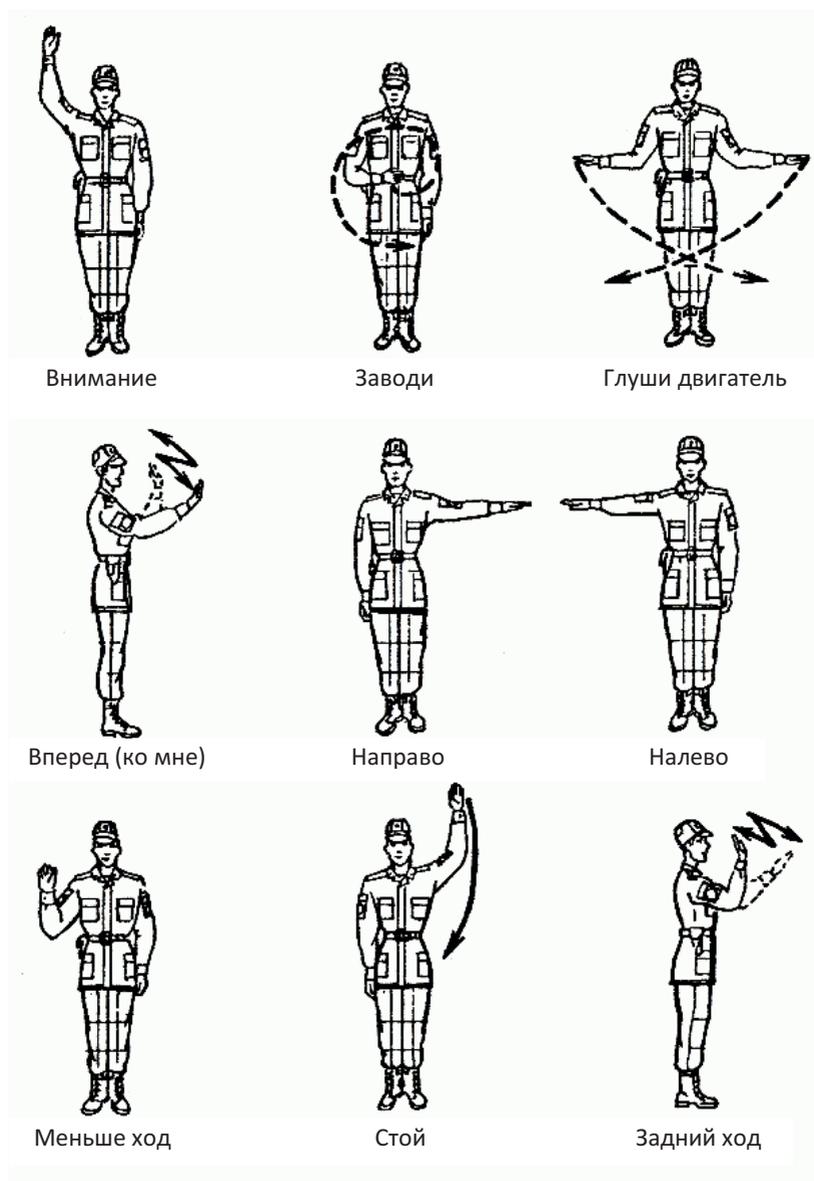


Рис.5.5. Сигналы управления машиной

5.3. Обязанности командиров и военнослужащих перед построением и в строю

Строй требует от военнослужащих, находящихся в нем, строго определенных и согласованных действий, а это обеспечивается твердым знанием и полным исполнением каждым из них обязанностей, определяемых Строевым уставом Вооруженных Сил Российской Федерации (статьи 25, 26).

Командир обязан:

указать место, время, порядок построения, форму одежды и снаряжение, а также какое иметь вооружение и военную технику; при необходимости назначить наблюдателя;

проверить и знать наличие в строю подчиненных своего подразделения (воинской части), а также вооружения, военной техники, боеприпасов, средств индивидуальной защиты и индивидуальной бронезащиты, шанцевого инструмента;

проверить внешний вид подчиненных, а также наличие снаряжения и правильность его подгонки;

поддерживать дисциплину строя и требовать точного выполнения подразделениями команд и сигналов, а военнослужащими своих обязанностей в строю;

при подаче команд в пешем строю на месте принимать строевую стойку;

при построении подразделений с вооружением и военной техникой произвести внешний осмотр их, а также проверить наличие и исправность оборудования для перевозки личного состава, правильность крепления перевозимых (буксируемых) вооружения и военной техники, и укладки военного имущества; напомнить личному составу требования безопасности; в движении соблюдать установленные дистанции, скорость и правила движения.

Военнослужащий обязан:

проверить исправность закрепленных за ним оружия и боеприпасов, вооружения и военной техники, средств индивидуальной защиты и индивидуальной бронезащиты, шанцевого инструмента, обмундирования и снаряжения;

аккуратно заправить обмундирование, правильно надеть и подогнать снаряжение, помочь товарищу устранить замеченные недостатки;

знать свое место в строю, уметь быстро, без суеты занять его; в движении сохранять равнение, установленные интервал и дистанцию; соблюдать требования безопасности; не выходить из строя (машины) без разрешения;

в строю без разрешения не разговаривать и не курить; быть внимательным к приказаниям и командам своего командира, быстро и точно их выполнять, не мешая другим;

передавать приказания, команды без искажений, громко и четко.

Вопросы для контроля и самопроверки:

1. Что такое строй?
2. Что такое шеренга?
3. Что такое колонна?
4. Что такое двухшереножный строй?
5. Что такое фланг (фронт, тыльная сторона строя)?
6. Что такое интервал (дистанция)?
7. Что такое глубина (ширина) строя?
8. Что такое ряд?
9. Что такое походный строй?
10. Что такое развернутый разомкнутый строй?
11. Кто такой направляющий (замыкающий)?
12. В каких случаях применяется развернутый строй, а в каких походный?
13. Как осуществляется управление строем?
14. Как разделяются команды для управления строем?
15. Что обязан выполнить военнослужащий перед построением и в строю?

6. Строевые приемы и движение без оружия

6.1. Строевая стойка

Для обучения строевой стойке руководитель строит на строевой площадке личный состав взвода по отделениям в одну шеренгу так, чтобы первое отделение находилось слева от руководителя занятия, второе – напротив, а третье – справа.

Начиная занятие, руководитель доводит положения статьи 27 Строевого устава Вооруженных Сил Российской Федерации [10]:

27. Строевая стойка принимается по команде «**СТАНОВИСЬ**» или «**СМИРНО**». По этой команде, как показано на рисунке 6.1, стоять прямо, без напряжения, каблуки поставить вместе, носки выровнять по линии фронта, поставив их на ширину ступни; ноги в коленях выпрямить, но не напрягать; грудь приподнять, а все тело несколько подать вперед; живот подобрать; плечи развернуть; руки опустить так, чтобы кисти, обращенные ладонями внутрь, были сбоку и посредине бедер, а пальцы полусогнуты и касались бедра; голову держать высоко и прямо, не выставляя подбородка; смотреть прямо перед собой; быть готовым к немедленному действию.

Строевая стойка на месте принимается и без команды в следующих случаях:

при отдаче и получении приказа;

при докладе;

во время исполнения Государственного гимна Российской Федерации;

при выполнении воинского приветствия, а также при подаче команд».

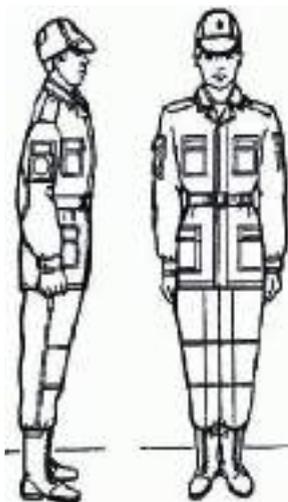


Рис. 6.1. Строевая стойка

После доведения руководитель знакомит обучаемых с элементами строевой стойки путем образцового ее показа. При этом обучаемые должны видеть начальника при показе спереди и сбоку (для этого целесообразно провести показ строевой стойки несколько раз, поворачиваясь лицом к каждому отделению).

Строевая стойка является исходным положением к правильному и молодецкатоому выполнению всех строевых приемов, она относится к числу основных элементов, которые следует усвоить каждому военнослужащему.

Разучивание выполнения строевой стойки по элементам предусматривает подготовительные упражнения.

Первое подготовительное упражнение «Разведение носков по линии фронта на ширину ступни».

Исходное положение: стоять прямо, без напряжения, ноги в коленях выпрямить, но не напрягать, каблуки поставить вместе, носки выровнять по линии фронта.

Подготовительное упражнение выполнять по командам: «**Носки свести, делай – РАЗ**», «**Носки развести, делай – ДВА**», «**Носки свести, делай – РАЗ**» и т.д.

Поддавая команды, руководитель следит, чтобы каблуки стояли вместе, носки выровнены по линии фронта и поставлены на ширину ступни. Сначала упражнение несколько раз выполняется под общую команду, затем руководитель проверяет выполнение упражнения каждым обучаемым. Выполнять упражнение нужно несколько раз и только после этого проверять не отклонились ли носки обуви от линии.

Упражнение выполняется до тех пор, пока не будут устранены все ошибки каждым обучаемым.

Второе подготовительное упражнение «Грудь приподнять, все тело несколько подать вперед, живот подобрать, плечи развернуть».

Исходное положение: стоять прямо, без напряжения, каблуки поставить вместе, носки выровнять по линии фронта, поставив их на ширину ступни; ноги в коленях выпрямить, но не напрягать.

Подготовительное упражнение выполнять по разделениям:

по команде «**Делай – РАЗ**» приподнять грудь сделав глубокий вдох и в таком положении задержать грудную клетку, сделать выдох и продолжать дыхание с приподнятой грудью;

по команде «**Делай – ДВА**» подать тело немного вперед;

по команде «**Делай – ТРИ**» подобрать живот;

по команде «**Делай – ЧЕТЫРЕ**» развернуть плечи;

по команде «**Делай – ПЯТЬ**» принять исходное положение.

После выполнения команды «Делай – ЧЕТЫРЕ» для проверки правильного выполнения строевой стойки необходимо:

приказать обучаемым подняться на носки, как показано на рисунке 6.2. Если положение тела правильное, то перед подъемом не будет замечено наклонное движение тела вперед, а после опускания – его наклонное движение назад;

подать команду «Поднять носки, делай – РАЗ». Те, кто принял правильную строевую стойку, носки поднять не смогут.

Упражнение выполняется до тех пор, пока каждый обучаемый не почувствует отличия положения корпуса при правильной строевой стойке от положения в свободном состоянии.

Третье подготовительное упражнение «Положение рук».

Исходное положение: стоять прямо, без напряжения, каблуки поставить вместе, носки выровнять по линии фронта, поставив их на ширину ступни; ноги в коленях выпрямить, но не напрягать; грудь приподнять, а все тело несколько подать вперед; живот подобрать; плечи развернуть.

Подготовительное упражнение выполнять по разделениям:

по команде «**Делай – РАЗ**» согнуть руки в локтях под 90° , пальцы кистей рук выпрямить и держать вместе, большой палец отвести и направить вверх;

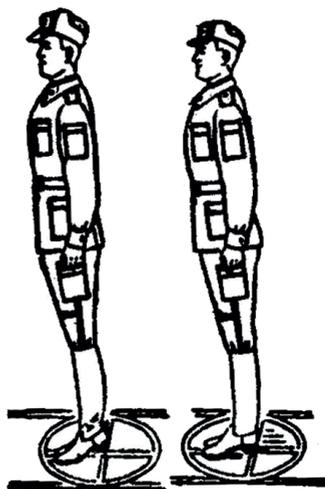


Рис. 6.2. Проверка правильности положения корпуса

по команде **«Делай – ДВА»** согнуть первые и вторые фаланги пальцев, кроме большого пальца;

по команде **«Делай – ТРИ»** прижать большой палец к кисти руки;

по команде **«Делай – ЧЕТЫРЕ»** опустить руки так, чтобы кисти, обращенные ладонями внутрь, были сбоку и посередине бедер, а пальцы полусогнуты и касались бедра.

Упражнение выполняется до тех пор, пока не будут устранены все ошибки каждым обучаемым.

Четвертое подготовительное упражнение «Положение головы».

Исходное положение: стоять прямо, без напряжения, каблуки поставить вместе, носки выровнять по линии фронта, поставив их на ширину ступни; ноги в коленях выпрямить, но не напрягать; грудь приподнять, а все тело несколько подать вперед; живот подбодать; плечи развернуть; руки опустить так, чтобы кисти, обращенные ладонями внутрь, были сбоку и посередине бедер, а пальцы полусогнуты и касались бедра.

Подготовительное упражнение выполнять по разделениям:

по команде **«Делай – РАЗ»** голову поставить высоко и прямо, подбородок не выставлять, смотреть прямо перед собой. *Чтобы проверить правильность положения головы, необходимо не опуская головы, посмотреть вниз перед собой. При правильном положении головы обучаемый, должен видеть на плацу самую близкую точку в двух-трех шагах от себя, любое другое положение головы обучаемого будет неправильным;*

по команде **«Делай – ДВА»** повернуть голову направо так, чтобы правое ухо было выше левого, а положение тела оставалось неизменным;

по команде **«Делай – ТРИ»** голову поставить прямо, подбородок не выставлять, смотреть прямо перед собой;

по команде **«Делай – ЧЕТЫРЕ»** повернуть голову налево так, чтобы левое ухо было выше правого, а положение тела оставалось неизменным;

по команде **«Делай – ПЯТЬ»** голову поставить прямо, подбородок не выставлять, смотреть прямо перед собой.

Упражнение выполняется до тех пор, пока каждый обучаемый не примет правильное положение головы.

Строевой прием «Строевая стойка» выполняется по разделением на восемь счетов:

по команде **«Делай – РАЗ»** согнуть руки в локтях под 90°, пальцы кистей рук выпрямить и держать вместе, большой палец отвести и направить вверх;

по команде **«Делай – ДВА»** согнуть первые и вторые фаланги пальцев, кроме большого пальца;

по команде **«Делай – ТРИ»** прижать большой палец к кисти руки;

по команде **«Делай – ЧЕТЫРЕ»** опустить руки так, чтобы кисти, обращенные ладонями внутрь, были сбоку и посередине бедер, а пальцы полусогнуты и касались бедра;

по команде **«Делай – ПЯТЬ»** носки свести;

по команде **«Делай – ШЕСТЬ»** носки поставить на ширину ступни по линии фронта;

по команде **«Делай – СЕМЬ»** подняться на носках и одновременно при этом грудь приподнять, живот подобрать, а плечи развернуть;

по команде **«Делай – ВОСЕМЬ»** опуститься на все ступни и голову поставить прямо, подбородок не выставлять, смотреть прямо перед собой.

Руководитель обращает внимание обучаемых на то, что при правильной строевой стойке грудь всегда находится несколько впереди подбородка.

Тренировка по разделениям проводится до тех пор, пока все обучаемые не научатся принимать правильное положение строевой стойки. И только после этого руководитель переходит к тренировке по выполнению приема в целом.

6.2. Выполнение команд «РАВНЯЙСЬ», «СМИРНО», «ВОЛЬНО», «ЗАПРАВИТЬСЯ», «Головные уборы – СНЯТЬ (НАДЕТЬ)»

Выполнение команды «РАВНЯЙСЬ» изложено в статье 75 Строевого устава Вооруженных Сил Российской Федерации [10]:

75. При необходимости выровнять отделение на месте подается команда «РАВНЯЙСЬ» или «Налево – РАВНЯЙСЬ».

По команде «РАВНЯЙСЬ» все, кроме правофлангового военнослужащего, поворачивают голову направо (правое ухо выше левого, подбородок приподнят) и выравниваются так, чтобы каждый видел грудь четвертого человека, считая себя первым. По команде «Налево – РАВНЯЙСЬ» все, кроме левофлангового военнослужащего, голову поворачивают налево (левое ухо выше правого, подбородок приподнят).

При выравнивании военнослужащие могут несколько передвигаться вперед, назад или в стороны.

По окончании выравнивания подается команда «СМИРНО», по которой все военнослужащие быстро ставят голову прямо, продолжая выполнять строевую стойку.

При выравнивании отделения после поворота его кругом в команде указывается сторона равнения.

Например, «Направо (налево) – РАВНЯЙСЬ».

Обучение выравниванию целесообразно проводить в следующей последовательности: показать выполнение строевого приема, научить выравнивать носки обуви, правильно принимать положение корпуса и поворачивать голову в сторону равнения.

Выравнивание носков обуви во многом зависит от положения правофлангового военнослужащего. Носки обуви правофлангового должны строго обозначать линию фронта и быть развернуты на ширину ступни.

Для тренировки в выравнивании носков руководитель использует разметку строевого плаца.

При выравнивании смотреть на носки обуви **не разрешается**.

Положение корпуса при выравнивании должно быть, как при строевой стойке.

При правильном положении носков обуви и корпуса военнослужащие, повернув голову в сторону равнения, должны видеть грудь четвертого человека, считая себя первым.

Для обучения повороту головы необходимо, не изменяя положения ног и туловища, повернуть голову в сторону равнения так, чтобы: при выравнивании в правую сторону правое ухо было выше левого, а при выравнивании в левую сторону – наоборот.

Для выравнивания обучаемые могут несколько передвигаться вперед, назад или в стороны, поэтому, подав команду «Равняйсь»,

необходимо добиться ее выполнения и не спешить подавать команду «ОТСТАВИТЬ» или «СМИРНО».

Выполнение команд «ВОЛЬНО», «ЗАПРАВИТЬСЯ» изложено в статье 28 Строевого устава Вооруженных Сил Российской Федерации [10]:

28. По команде «ВОЛЬНО» стать свободно, ослабить в колене правую или левую ногу, но не сходить с места, не ослаблять внимания и не разговаривать, как показано на рисунке 6.3.

По команде «ЗАПРАВИТЬСЯ», не оставляя своего места в строю, поправить оружие, обмундирование и снаряжение. При необходимости выйти из строя за разрешением обратиться к непосредственному начальнику.

Перед командой «ЗАПРАВИТЬСЯ» подается команда «ВОЛЬНО».

Руководитель проводит образцовый показ выполнения строевых приемов и приступает к тренировке.

Добившись правильного выполнения приемов, руководитель проводит тренировку, используя различные построения. Например, «Взвод – РАЗОЙДИСЬ», «Взвод, в одну шеренгу – СТАНОВИСЬ», «ВОЛЬНО», «ЗАПРАВИТЬСЯ» и т. д. При этом обращает внимание на выполнение строевой стойки по команде «СТАНОВИСЬ».

Выполнение команды «Головные уборы – СНЯТЬ (НАДЕТЬ)» изложено в статье 29 Строевого устава Вооруженных Сил Российской Федерации [10]:

29. Для снятия головных уборов подается команда «Головные уборы (головной убор) – СНЯТЬ», а для надевания – «Головные уборы (головной убор) – НАДЕТЬ». При необходимости одиночные военнослужащие головной убор снимают и надевают без команды.

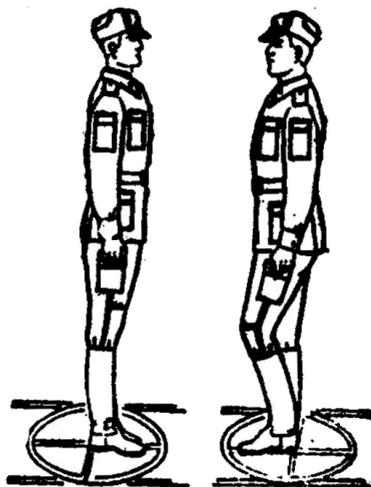


Рис. 6.3. Отличие строевой стойки от положения «Вольно»

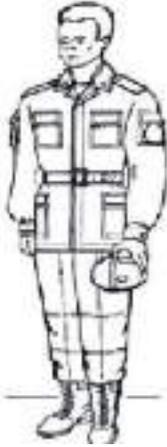


Рис. 6.4.
Положение снятого
головного убора

Снятый головной убор держится в левой свободно опущенной руке кокардой вперед. Положение снятого головного убора представлено на рисунке 6.4.

Без оружия или с оружием в положении «за спину» головной убор снимается и надевается правой рукой, а с оружием в положениях «на ремень», «на грудь» – левой».

Руководитель проводит образцовый показ выполнения строевых приемов и приступает к разучиванию и тренировке.

Выполнение строевого приема по командам «Головные уборы – СНЯТЬ (НАДЕТЬ)» проводится **по разделениям на три счета.**

При выполнении команды «Головные уборы – СНЯТЬ»:
по счету «**Делай – РАЗ**» – правой рукой взять головной убор (фуражку за козырек, шапку-ушанку за верхнюю часть);

по счету «**Делай – ДВА**» – снять головной убор и опустить его на уровень поясного ремня и предать в левую руку;

по счету «**Делай – ТРИ**» – опустить левую и правую руки, при этом снятый головной убор держится в левой свободно опущенной руке кокардой вперед.

При выполнении команды «Головные уборы – НАДЕТЬ»:

по счету «**Делай – РАЗ**» – левую руку с головным убором подать вперед к поясу и одновременно передать головной убор в правую руку;

по счету «**Делай – ДВА**» – опустить левую руку и надеть головной убор на голову;

по счету «**Делай – ТРИ**» – резко опустить правую руку вниз и принять строевую стойку.

Любые движения до подачи команд «ВОЛЬНО», «ЗАПРАВИТЬСЯ» исключены.

Руководитель проводит тренировку по выполнению приемов в целом.

6.3. Повороты на месте

Выполнение поворотов на месте изложено в статье 30 Строевого устава Вооруженных Сил Российской Федерации [10]:

30. Повороты на месте выполняются по командам: «Напра-ВО», «Пол-оборота напра-ВО», «Нале-ВО», «Пол-оборота нале-ВО», «Кру-ГОМ».

Повороты кругом (на 1/2 круга), налево (на 1/4 круга), пол-оборота налево (на 1/8 круга) производятся в сторону левой руки на левом каблуке и на правом носке; направо и пол-оборота направо – в сторону правой руки на правом каблуке и на левом носке.

Повороты выполняются в два приема:

первый прием – повернуться, сохраняя правильное положение корпуса, и, не сгибая ног в коленях, перенести тяжесть тела на впереди стоящую ногу;

второй прием – кратчайшим путем приставить другую ногу.

Выполнение приема осуществляется только по исполнительной команде (при поворотах на 45° или 90° – по команде «ВО», при поворотах на 180° – по команде «ГОМ»).

Повороты на месте выполняются одиночными обучаемыми на всех занятиях: при подходе к начальнику и отходе от него, при постановке в строй, а также подразделениями как на занятиях, так и во время построений и передвижений. Обучение поворотам на месте начинается из исходного положения, которым является строевая стойка, так, как только на ее основе можно правильно освоить такие приемы.

Для четкого и красивого поворота на месте необходимо перенести тяжесть тела на ту ногу, в сторону которой делается поворот, с одновременным рывком корпуса в сторону поворота и сильным упором на носок противоположной ноги, сохраняя устойчивое положение туловища.

При обучении выполнять поворот направо (команда «Напра-ВО») руководитель показывает выполнение строевого приема в целом, а затем по разделением, как показано на рисунке 6.5:

по счету «**Делай – РАЗ**» – резко повернуться в сторону правой руки на правом каблуке и левом носке, сохраняя положение кор-



Рис. 6.5. Выполнение поворота направо

сопровождает ее счетом вслух: «раз, два».

При обучении выполнять поворот налево (команда «Нале-ВО») руководитель показывает выполнение строевого приема в целом, а затем по разделениям, как показано на рисунке 6.6:



Рис. 6.6. Выполнение поворота налево

Для этого он подает команду «Нале-ВО» и сопровождает ее счетом вслух: «раз, два».

пуха и рук как при строевой стойке, и, не сгибая ног в коленях, перенести тяжесть тела на правую ногу. При этом каблук левой ноги и носок правой ноги должны быть развернуты так, чтобы после окончания поворота носки оказались развернутыми на ширину ступни;

по счету **«Делай – ДВА»** – кратчайшим путем приставить левую ногу, не сгибая ее в колене.

Добившись правильного выполнения приема по разделениям, руководитель приступает к тренировке. Для этого он подает команду «Напра-ВО» и

по счету **«Делай – РАЗ»** – резко повернуться в сторону левой руки на 180° на левом каблуке и правом носке, сохраняя положение корпуса и рук как при строевой стойке, и, не сгибая ног в коленях, перенести тяжесть тела на левую ногу;

по счету **«Делай – ДВА»** – кратчайшим путем приставить правую ногу, не сгибая ее в колене так, чтобы каблуки были вместе, а носки развернуты на ширину ступни.

Добившись правильного выполнения

Обучение поворотам пол-оборота налево (направо) осуществляется так же, как и полные повороты налево (направо) с той лишь разницей, что поворот корпуса делается на 45° .

При обучении выполнять поворот кругом (команда «Кру-ГОМ») руководитель показывает выполнение строевого приема в целом, а затем по разделениям, как показано на рисунке 6.7:

по счету «**Делай – РАЗ**» – резко повернуться в сторону левой руки на левом каблуке и правом носке, сохраняя положение корпуса и рук как при строевой стойке, и, не сгибая ног в коленях, перенести тяжесть тела на левую ногу;

по счету «**Делай – ДВА**» – кратчайшим путем приставить правую ногу, не сгибая ее в колене так, чтобы каблуки были вместе, а носки развернуты на ширину ступни.

Добившись правильного выполнения приема по разделениям, руководитель приступает к тренировке. Для этого он подает команду «Кру-ГОМ» и сопровождает ее счетом вслух: «раз, два».

Если обучаемый выполняет поворот или его элемент неправильно, руководитель занятия подает команду «**Отставить**», указывает на ошибку и подает команду на повторение (при неправильном или нечетком выполнении элемента по счету «РАЗ» подается команда «Отставить», по счету «ДВА» кратчайшим путем приставить левую ногу, не сгибая ее в колене). Если обучаемый повторяет ошибку, то руководитель занятия выводит его из строя, показывает ему ошибку, подает команды, обучает его, устраняя в процессе выполнения команды все неправильные действия. Находящиеся в это время в строю выполняют прием по командам руководитель занятия вместе с обучаемым.

Возможные ошибки при выполнении поворотов на месте, на которые необходимо обратить внимание:

преждевременный поворот корпуса по предварительной команде;



Рис. 6.7. Выполнение поворота кругом

сгибание ног в коленях;
размахивание руками при повороте;
наклон головы вниз;
опускание груди или выпячивание живота;
отклонение корпуса назад;
поворот не на каблуке, а на всей ступне;
при повороте кругом неполный разворот;
приставление ноги не кратчайшим путем и при этом качание корпуса.

Во время занятий с обучаемыми категории «офицер» или «сержант», в целях развития у них командных и методических навыков целесообразно поочередно ставить их в роль обучающего.

6.4. Движение шагом и бегом. Строевой и походный шаг

Движение шагом и бегом изложено в статьях 31–37 Строевого устава Вооруженных Сил Российской Федерации [10]:

31. Движение совершается шагом или бегом.

Движение шагом осуществляется с темпом 110 – 120 шагов в минуту. Размер шага – 70 – 80 см.

Движение бегом осуществляется с темпом 165 – 180 шагов в минуту. Размер шага – 85 – 90 см.

Шаг бывает строевой и походный.

Строевой шаг применяется при прохождении подразделений торжественным маршем; при выполнении ими воинского приветствия в движении; при подходе военнослужащего к начальнику и при отходе от него; при выходе из строя и возвращении в строй, а также на занятиях по строевой подготовке.

Походный шаг применяется во всех остальных случаях.

32. Движение строевым шагом начинается по команде «Строевым шагом – МАРШ» (в движении «Строевым – МАРШ»), а движение походным шагом – по команде «Шагом – МАРШ».

По предварительной команде подать корпус несколько вперед, перенести тяжесть его больше на правую ногу, сохраняя устойчи-

вость; по исполнительной команде начать движение с левой ноги полным шагом.

При движении строевым шагом ногу с оттянутым вперед носком выносить на высоту 15–20 см от земли, как показано на рисунке 6.8, и ставить ее твердо на всю ступню.

Руками, начиная от плеча, производить движения около тела: вперед – сгибая их в локтях так, чтобы кисти поднимались выше пряжки пояса на ширину ладони и на расстоянии

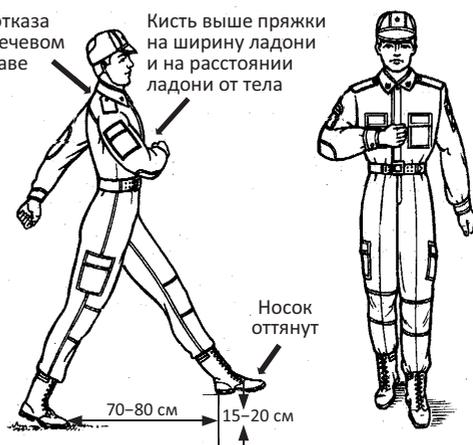


Рис. 6.8. Движение строевым шагом

янии ладони от тела, а локоть находился на уровне кисти; назад – до отказа в плечевом суставе. Пальцы рук полусогнуты, голову держать прямо, смотреть перед собой.

При движении походным шагом ногу выносить свободно, не оттягивая носок, и ставить ее на землю, как при обычной ходьбе; руками производить свободные движения около тела.

При движении походным шагом по команде «СМИРНО» перейти на строевой шаг. При движении строевым шагом по команде «ВОЛЬНО» идти походным шагом.

33. Движение бегом начинается по команде «Бегом – МАРШ».

При движении с места по предварительной команде корпус слегка подать вперед, руки полусогнуть, отведя локти несколько назад; по исполнительной команде начать бег с левой ноги, руками производить свободные движения вперед и назад в такт бега.

Для перехода в движении с шага на бег по предварительной команде руки полусогнуть, отведя локти несколько назад. Исполнительная команда подается одновременно с постановкой левой ноги

на землю. По этой команде правой ногой сделать шаг и с левой ноги начать движение бегом.

Для перехода с бега на шаг подается команда «Шагом – МАРШ». Исполнительная команда подается одновременно с постановкой правой ноги на землю. По этой команде сделать еще два шага бегом и с левой ноги начать движение шагом.

34. Обозначение шага на месте производится по команде «На месте, шагом – МАРШ» (в движении – «НА МЕСТЕ»).

По этой команде шаг обозначать подниманием и опусканием ног, при этом ногу поднимать на 15–20 см от земли и ставить ее на всю ступню, начиная с носка; руками производить движения в такт шага. По команде «ПРЯМО», подаваемой одновременно с постановкой левой ноги на землю, сделать правой ногой еще один шаг на месте и с левой ноги начать движение полным шагом. При этом первые три шага должны быть строевыми.

35. Для прекращения движения подается команда. Например, «Рядовой Петров – СТОЙ».

По исполнительной команде, подаваемой одновременно с постановкой на землю правой или левой ноги, сделать еще один шаг и, приставив ногу, принять строевую стойку.

36. Для изменения скорости движения подаются команды: «ШИРЕ ШАГ», «КОРОЧЕ ШАГ», «ЧАЩЕ ШАГ», «РЕЖЕ ШАГ», «ПОЛШАГА», «ПОЛНЫЙ ШАГ».

37. Для перемещения одиночных военнослужащих на несколько шагов в сторону подается команда.

Например, «Рядовой Петров. Два шага вправо (влево), шагом – МАРШ».

По этой команде сделать два шага вправо (влево), приставляя ногу после каждого шага.

Для перемещения вперед или назад на несколько шагов подается команда. Например, «Два шага вперед (назад), шагом – МАРШ».

По этой команде сделать два шага вперед (назад) и приставить ногу.

При перемещении вправо, влево и назад движение руками не производится.

Строевой шаг является одним из наиболее сложных и трудных по усвоению строевых приемов, выполнение которого требует

ет от обучаемых особой собранности, подтянутости, четкости, согласованного движения рук и ног.

Обучение движению строевым шагом, как и каждый новый прием, руководитель начинает с образцового показа и пояснения.

Обучение строевому приему «**движение строевым шагом**» осуществляется с помощью подготовительных упражнений:

движение руками;

шаг на месте;

движение строевым шагом на четыре счета;

движение строевым шагом на два счета;

движение строевым шагом в замедленном темпе (со скоростью 50–60 шагов в минуту);

движение строевым шагом в уставном темпе.

Первое подготовительное упражнение «движение руками на месте».

Для выполнения подготовительного упражнения руководитель устанавливает интервал между военнослужащими и дистанцию между шеренгами.

Исходное положение: строевая стойка.

Подготовительное упражнение выполнять по разделениям на два счета, как показано на рисунке 6.9. Руководитель занятия подает команду «**Движение руками, делай – РАЗ, делай – ДВА**».

По счету «**Делай – РАЗ**» – произвести правой рукой свободное движение вперед около тела, сгибая ее в локте так, чтобы кисть поднялась выше пряжки пояса на ширину ладони и находилась на расстоянии ладони от тела, полусогнутыми пальцами к телу, одновременно левую руку отвести назад до отказа в плечевом суставе. Пальцы рук должны быть полусогнуты, а локоть правой руки слегка приподнят.

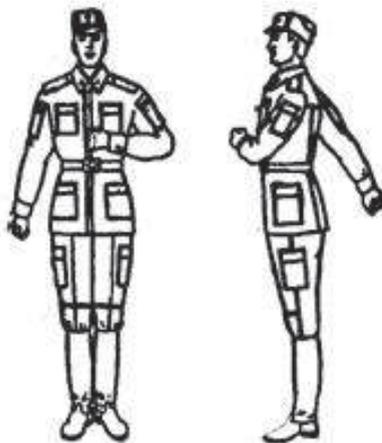


Рис. 6.9. Движение руками

По счету **«Делай – ДВА»** – сменить положение рук.

После каждого счета руководитель задерживает положение рук обучаемых и исправляет допущенные ими ошибки. При неправильном выполнении приема большинством обучаемых он подает команду **«ОТСТАВИТЬ»** или **«СТОЙ»**, а если ошибки допускаются одиночными обучаемым, подает команду, например, **«Рядовой Сидоров – ОТСТАВИТЬ (СТОЙ)»**.

Второе подготовительное упражнение «шаг на месте».

Исходное положение: строевая стойка.



Рис. 6.10. Шаг на месте

Для обозначения шага на месте руководитель подает команду **«На месте, шагом – МАРШ»**, **«Делай-РАЗ, Делай-ДВА»** и т.д.

По счету **«Делай-РАЗ»** – поднять левую ногу на 15–20 см от земли, правой рукой при этом произвести свободное движение вперед так, чтобы кисть поднялась выше пряжки пояса на ширину ладони и находилась на расстоянии ладони от тела, полусогнутыми пальцами к телу, одновременно левую руку отвести назад до отказа в плечевом суставе, как показано на рисунке 6.10.

По счету **«Делай – ДВА»** – левую ногу поставить на землю. Руки опустить, принять строевую стойку.

Следующий счет **«Делай – РАЗ»** начать с правой ноги.

Руководитель, повторяя команду, отрабатывает попеременно описанные упражнения, при этом контролирует положение рук и соблюдение строевой стойки. Добившись правильного движения рук и ног обучаемые, по команде руководителя, переходят на медленный (50–60 шагов в минуту), а затем полный (110–120 шагов в минуту) темп.

Третье подготовительное упражнение «движение строевым шагом на четыре счета».

Для выполнения подготовительного упражнения руководитель занятия командует: **«Строевым шагом, по разделениям на четы-**

ре счета, шагом – МАРШ». После команды «МАРШ» считает: «Делай-раз, два, три, четыре. Делай-раз, два, три, четыре» и т. д. Счет «делай – РАЗ» произносится громче остальных команд.

По предварительной команде «Шагом» необходимо подать корпус несколько вперед, перенося тяжесть тела больше на правую ногу и сохраняя устойчивость.

По исполнительной команде «МАРШ» подготовительное упражнение выполнять по разделениям, как показано на рисунке 6.11:

по счету «Делай – РАЗ» начать движение с левой ноги, полным шагом, вынося ногу вперед с оттянутым носком (при этом ступня параллельна земле) на высоту 15-20 см от земли, и поставить ее твердо на всю ступню, отрывая в то же время от земли правую ногу с подтягиванием ее на полшага вперед к пятке левой ноги. Одновременно с шагом произвести движение правой рукой вперед, а левой назад до отказа (как было указано в первом и втором подготовительном упражнении) и стоять на левой ноге с опущенными руками, правая нога прямая, носком почти у самой земли;

по счету «два, три, четыре» сделать выдержку, устраняя в это время допущенные ошибки.

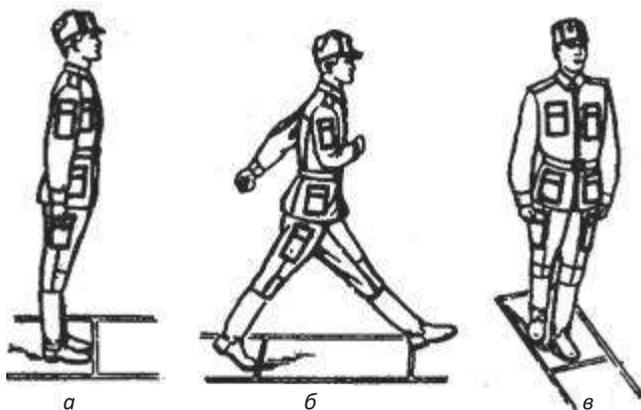


Рис. 6.11. Движение строевым шагом на четыре счета:
а – исходное положение (строевая стойка);
б – начало движения (первый шаг);
в – положение по окончании первого шага

По следующему счету **«Делай – РАЗ»** выполнить движение с правой ноги, а по счету **«два, три, четыре»** – снова выдержка и т. д.

Руководитель, повторяя команду, контролирует положение рук, движение ног.

Четвертое подготовительное упражнение «движение строевым шагом на два счета».

Руководитель подает команду **«Строевым шагом, по разделением на два счета, шагом – МАРШ»:**

по счету **«Делай – РАЗ»** начать движение с левой ноги, полным шагом, вынося ногу вперед с оттянутым носком (при этом ступня параллельна земле) на высоту 15–20 см от земли, и поставить ее твердо на всю ступню. Тяжесть тела перенести на левую ногу. Одновременно с шагом произвести движение правой рукой вперед, а левой назад до отказа; с постановкой левой ноги опустить руки;

по счету **«Делай – ДВА»** – выдержка.

По следующему счету **«Делай – РАЗ»** выполнить движение с правой ноги, а по счету **«ДВА»** – снова выдержка и т. д.

Если обучающиеся допускают ошибки, руководитель при необходимости еще раз повторяет упражнение на четыре счета.

Пятое подготовительное упражнение «движение строевым шагом в замедленном темпе».

Руководитель подает команду: **«Строевым шагом, в медленном темпе, шагом – МАРШ».**

По этой команде движение строевым шагом осуществляется в темпе 50–60 шагов в минуту. Руководитель подает счет, одновременно осуществляет контроль выполнения упражнения. При необходимости исправления общих ошибок останавливает строй и переходит к движению по разделениям на четыре или два счета.

Для движения строевым шагом руководитель подает команду «Строевым шагом – МАРШ».

По этой команде движение строевым шагом осуществлять в темпе 110–120 шагов в минуту. При отсутствии барабана счет подается лично, либо одним из обучающихся.

Устранять ошибки, допущенные большинством обучаемых, следует также, как и при выполнении упражнения в замедленном темпе.

Обучение по разделениям и в целом может проводиться по командам и под счет руководителя, самостоятельно под счет обучаемых, а также под барабан.

По окончании обучения движению строевым шагом руководитель оценивает действие каждого обучаемого. Обучаемым может быть рекомендована тренировка под свой счет.

Назначение обучаемых поочередно командирами отделений будет способствовать выработке командного языка и методических навыков.

Возможные ошибки при движении строевым шагом, на которые необходимо обратить внимание:

выворачивание кисти руки, отводимой назад;

рука отводится в сторону, а не строго назад;

движение рук производится рывками;

при движении происходит раскачивание из стороны в сторону.

Причина раскачивания – неправильная постановка ног: вместо того чтобы ставить ноги внутренней частью стоп по оси движения, ставят их в стороны, при этом центр тяжести тела с каждым шагом смещается то вправо, то влево;

«подпрыгивание» при движении. Причина «подпрыгивания» – перенос тяжести тела с ноги на ногу не равномерно, а рывками; занос одной ноги за другую.

При обучении движению походным шагом руководитель напоминает, что движение строевым шагом начинается по команде «**Строевым шагом – МАРШ**» (в движении «Строевым – МАРШ»), а движение походным шагом – по команде «**Шагом – МАРШ**». При движении походным шагом ногу выносить свободно, не оттягивая носок, и ставить ее на землю, как при обычной ходьбе; руками производить свободные движения около тела.

Руководитель подает команду для движения походным шагом, обратив внимание на то, что движение подразделения осуществляется в ногу.

Для тренировки движения на месте руководитель подает команду «**На месте шагом – МАРШ**».

По этой команде ногу поднимать на 15–20 см от земли и ставить ее на землю с передней части ступни на весь след, руками производить движение в такт шагу.

Для перехода с движения шагом к шагу на месте подается отрывисто и четко команда **«На месте»**.

При переходе с шага на месте к движению шагом одновременно с постановкой левой ноги на землю (при шаге на месте) подается команда – **«Прямо»**. По этой команде необходимо сделать еще один шаг на месте и с левой ноги начать движение полным шагом.

Обучение бегу начинается с показа и освоения его техники в медленном темпе. Показывая технику бега, руководитель обращает внимание на положение корпуса и движение рук, толчок ногой, вынос ее вперед и постановку на землю. После показа руководитель подает команду **«Бегом – МАРШ»**.

По предварительной команде **«Бегом»** слегка подать корпус вперед, руки полусогнуть, отвести локти несколько назад.

По исполнительной команде **«МАРШ»** начать бег с левой ноги, выполняя руками свободные движения вперед и назад в такт бегу. Движение бегом осуществляется с темпом 165–180 шагов в минуту. Размер шага – 85–90 см.

Обучаемые бегут в строю, соблюдая равнение, интервалы и дистанции.

Руководитель наблюдает за бегом обучаемых, следя за правильностью выполнения отдельных элементов техники бега, указывая на ошибки и требует их устранения.

Для перехода в движении с шага на бег по предварительной команде руки полусогнуть, отведя локти несколько назад. Исполнительная команда подается одновременно с постановкой левой ноги на землю. По этой команде сделать правой ногой очередной шаг и с левой начать движение бегом.

Для перехода с бега на шаг подается команда **«Шагом – МАРШ»**. Исполнительная команда подается одновременно с постановкой правой ноги на землю. По этой команде сделать еще два шага бегом и с постановкой левой ноги на землю начать движение шагом.

При беге на месте по команде **«Прямо»**, подаваемой одновременно с постановкой в беге левой ноги на землю, сделать правой ногой еще один шаг в беге на месте и с очередной постановкой левой ноги на землю начать бег с движением вперед.

Разучивание приемов изменения скорости движения, как правило, проводится после того, как обучаемые получили устойчивые навыки движения строевым шагом.

Руководитель подает команду для движения подразделения строевым шагом. Для изменения скорости движения подает команды: «**ШИРЕ ШАГ**», «**КОРОЧЕ ШАГ**», «**ЧАЩЕ ШАГ**», «**РЕЖЕ ШАГ**», «**ПОЛШАГА**», «**ПОЛНЫЙ ШАГ**». В ходе тренировки добивается одновременного выполнения команд.

Для прекращения движения подается команда «**СТОЙ**» или «**Взвод – СТОЙ**». По исполнительной команде, подаваемой одновременно с постановкой на землю правой или левой ноги, сделать еще один шаг и, приставив ногу, принять положение «Смирно».

Для обучения перемещения одиночных военнослужащих на несколько шагов в сторону руководитель подает соответствующие команды, например, «**Два шага вправо (влево), шагом – МАРШ**». Для выполнения команды ногу приставлять после каждого шага.

Для продвижения вперед или назад на несколько шагов подается команда, например, «**Два шага вперед (назад), шагом – МАРШ**». По этой команде сделать два шага вперед (назад) и приставить ногу.

При движении вправо, влево и назад движение руками не выполняется.

6.5. Повороты в движении

Выполнение поворотов в движении изложено в статье 38 Строевого устава Вооруженных Сил Российской Федерации [10]:

38. Повороты в движении выполняются по командам: «Напра-ВО», «Пол-оборота напра-ВО», «Нале-ВО», «Пол-оборота нале-ВО», «Кругом – МАРШ».

Для поворота направо, пол-оборота направо (налево, пол-оборота налево) исполнительная команда подается одновременно с постановкой на землю правой (левой) ноги. По этой команде с левой (правой) ноги сделать шаг, повернуться на носке левой (правой) ноги, одновременно с поворотом вынести правую (левую) ногу вперед и продолжать движение в новом направлении.

Для поворота кругом исполнительная команда подается одновременно с постановкой на землю правой ноги. По этой команде сделать еще один шаг левой ногой (по счету раз), вынести правую ногу на полшага вперед и несколько влево и, резко повернувшись в сторону левой руки на носках обеих ног (по счету два), продолжать движение с левой ноги в новом направлении (по счету три).

При поворотах движение руками производится в такт шага.

Разучивание поворотов в движении начинается с показа порядка выполнения приема руководителем, проводится с использованием разметки строевых площадок плаца по разделениям и в замедленном темпе.

Поворот направо по разделениям на четыре счета выполняют по команде: **«Поворот в движении направо, по разделениям: делай – РАЗ, делай – ДВА, делай – ТРИ, делай – ЧЕТЫРЕ»**.

По счету **«Делай – РАЗ»** сделать строевой шаг левой ногой вперед, произведя взмах руками в такт шагу, и остановиться в положении с опущенными руками.

По счету **«Делай – ДВА»** резко повернуться направо на носке левой ноги, одновременно с поворотом вынести правую ногу вперед.

По счету **«Делай – ТРИ»** сделать шаг в новом направлении, произведя взмах руками в такт шагу, остановиться в положении с опущенными руками.

По счету **«Делай – ЧЕТЫРЕ»** приставить левую ногу.

Поворот направо на четыре счета выполняют по команде: **«Поворот в движении направо на четыре счета, шагом – МАРШ»** и производит счет: **«РАЗ (произносится громче остальных), два, три, четыре»**.

По счету **«РАЗ»** сделать строевой шаг левой ногой вперед, произведя взмах руками в такт шагу, резко повернуться направо на носке левой ноги, одновременно с поворотом вынести правую ногу вперед.

По счету **«два»** сделать шаг правой ногой в новом направлении, произведя взмах руками в такт шагу.

По счету **«три, четыре»** сделать два строевых шага вперед без приставления левой ноги.

Под следующий счет **«РАЗ, два, три, четыре»** упражнение повторяется.

Обучаемые совершают движение по квадрату 4×4 шага. Темп движения составляет 60 шагов в минуту, а затем 110–120 шагов в минуту под барабан или под счет руководителя.

При необходимости исправления общих ошибок руководитель может перейти к движению по разделениям.

Тренировку руководитель проводит на строевых площадках в составе отделений в замедленном, а затем в обычном темпе.

Перед выполнением поворота налево следует отметить, что он выполняется так же, как поворот в движении направо, с той лишь разницей, что под очередной счет «раз» выполняется поворот на носке правой ноги.

Поворот налево по разделениям на четыре счета выполняют по команде: **«Поворот в движении налево, по разделениям, с правой ноги: делай – РАЗ, делай – ДВА, делай – ТРИ, делай – ЧЕТЫРЕ»**.

По счету **«Делай – РАЗ»** сделать строевой шаг правой ногой вперед, произведя взмах руками в такт шагу, и остановиться в положении с опущенными руками.

По счету **«Делай – ДВА»** резко повернуться налево на носке правой ноги, одновременно с поворотом вынести левую ногу вперед.

По счету **«Делай – ТРИ»** сделать шаг в новом направлении, произведя взмах руками в такт шагу, остановиться в положении с опущенными руками.

По счету **«Делай – ЧЕТЫРЕ»** приставить правую ногу.

Выполнение поворота налево на четыре счета выполняют по команде: **«Поворот в движении налево на четыре счета, с правой ноги начи-НАЙ»** и производит счет: **«РАЗ** (произносится громче остальных), **два, три, четыре»**.

По счету **«РАЗ»** сделать строевой шаг правой ногой вперед, произведя взмах руками в такт шагу, резко повернуться налево на носке правой ноги, одновременно с поворотом вынести левую ногу вперед.

По счету **«два»** сделать шаг правой ногой в новом направлении, произведя взмах руками в такт шагу, как показано на рисунке 6.12.

По счету **«три, четыре»** сделать два строевых шага вперед без приставления правой ноги.

Под следующий счет **«РАЗ, два, три, четыре»** упражнение повторяется.

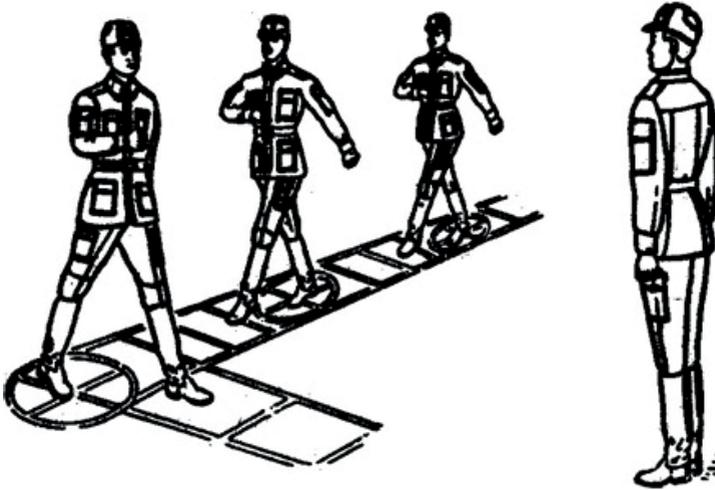


Рис. 6.12. Поворот налево в движении

Обучаемые совершают движение по квадрату 4×4 шага. Темп движения составляет 60 шагов в минуту, а затем 110–120 шагов в минуту под барабан или под счет руководителя.

При необходимости исправления общих ошибок руководитель может перейти к движению по разделениям.

Тренировку руководитель проводит на строевых площадках в составе отделений в замедленном, а затем в обычном темпе.

Поворот кругом в движении выполняется по команде «**Кругом – МАРШ**». *Поворот в движении кругом, в отличие от поворотов направо и налево, выполняется на носках обеих ног и движение после поворота начинается с левой ноги.*

Поворот кругом по разделениям на четыре счета выполняют по команде: «**Поворот в движении кругом, по разделениям: делай – РАЗ, делай – ДВА, делай – ТРИ, делай – ЧЕТЫРЕ**».

По счету «**Делай – РАЗ**» сделать шаг вперед с левой ноги и остаться в таком положении, как показано на рисунке 6.13.

По счету «**Делай – ДВА**» вынести правую ногу на полшага вперед и несколько влево (см. рис. 6.13), поставив ее на носок и произведя взмах руками в такт шагу (как только правая нога опустилась на носок, руки должны быть опущены) и, резко развернувшись в сторону

левой руки на носках обеих ног, прижав руки к бедрам, остаться в таком положении.

По счету «**Делай – ТРИ**» сделать шаг с левой ноги вперед произведя взмах руками в такт шагу (см. рис. 6.13).

По счету «**Делай – ЧЕТЫРЕ**» приставить правую ногу.

Поворот кругом на четыре счета выполняют по команде: «**Поворот в движении кругом, на четыре счета, шагом – МАРШ**».

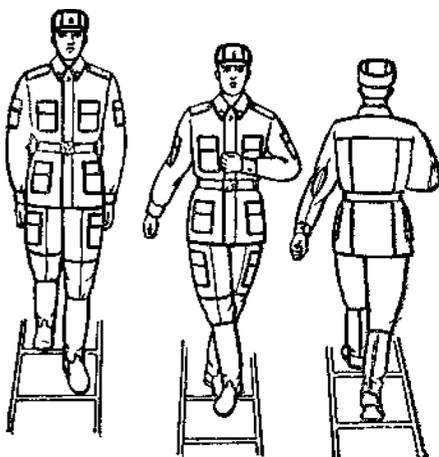


Рис. 6.13. Поворот кругом в движении

по счету «**раз, два, три**» сделать три строевых шага, вынести правую ногу на полшага вперед и несколько влево, поставив ее на носок;

по счету «**ЧЕТЫРЕ**» сделать поворот кругом.

Под следующий счет «**раз, два, три, ЧЕТЫРЕ**» упражнение повторяется.

Для однообразного поворота в целях выработки слаженных действий подразделения счет «**ЧЕТЫРЕ**» иногда следует заменять двойным счетом «**РАЗ, ДВА**», как при выполнении поворота кругом на месте. В этом случае руководитель подает счет «**раз, два, три, РАЗ, ДВА**», «**раз, два, три, РАЗ, ДВА**» и т.д.

Возможные ошибки при поворотах в движении, на которые необходимо обратить внимание:

прекращается движение рук при повороте налево (направо);

повороты направо (налево) осуществляются заносом ноги, а не на носке;

повороты кругом осуществляются на носке одной ноги;

при повороте кругом при выносе правой ноги руки прижимаются преждевременно;

после поворота кругом движение начинается с правой ноги, а не с левой.

Вопросы для контроля и самопроверки

1. В каких случаях принимается строевая стойка?
2. Как проверить правильность положения строевой стойки?
3. Какой установлен порядок выполнения команды «РАВНЯЙСЬ»?
4. Как выполняются повороты на месте?
5. В каком положении должен находиться головной убор после выполнения команды «Головные уборы – СНЯТЬ»?
6. Какие существуют виды шага?
7. Когда применяется строевой шаг?
8. Какой устанавливается темп движения строевым шагом (бегом)?
9. Какая установлена высота выноса ноги при движении строевым шагом?
10. По каким командам начинается движение строевым шагом, а по каким походным шагом?
11. Какие команды подаются для изменения скорости движения?
12. Как выполняется в движении поворот налево?
13. Как выполняется в движении поворот направо?
14. По какой команде выполняется в движении поворот кругом?

7. Выполнение воинского приветствия без оружия.

Подход к начальнику и отход от него

7.1. Выполнение воинского приветствия на месте и в движении

Порядок выполнения воинского приветствия без оружия изложен в статьях 60–63 Строевого устава Вооруженных Сил Российской Федерации [10]:

60. Воинское приветствие выполняется четко и молодежато, с точным соблюдением правил строевой стойки и движения.

61. Для выполнения воинского приветствия на месте вне строя без головного убора за три-четыре шага до начальника (старшего) повернуться в его сторону, принять строевую стойку и смотреть ему в лицо, поворачивая вслед за ним голову.

Если головной убор надет, то, кроме того, приложить кратчайшим путем правую руку к головному убору так, чтобы пальцы были вместе, ладонь прямая, средний палец касался нижнего края головного убора (у козырька), а локоть был на линии и высоте плеча. При повороте головы в сторону начальника (старшего) положение руки у головного убора остается без изменения.

Когда начальник (старший) минует выполняющего воинское приветствие, голову поставить прямо и одновременно с этим опустить руку

62. Для выполнения воинского приветствия в движении вне строя без головного убора за три-четыре шага до начальника (старшего) одновременно с постановкой ноги прекратить движение руками, повернуть голову в его сторону и, продолжая движение, смотреть ему в лицо. Пройдя начальника (старшего), голову поставить прямо и продолжать движение руками.

При надетом головном уборе одновременно с постановкой ноги на землю повернуть голову и приложить правую руку к головному

убору, левую руку держать неподвижно у бедра; пройдя начальника (старшего), одновременно с постановкой левой ноги на землю голову поставить прямо, а правую руку опустить.

При обгоне начальника (старшего) воинское приветствие выполнять с первым шагом обгона.

Со вторым шагом голову поставить прямо, и правую руку опустить.

63. Если у военнослужащего руки заняты ношей, воинское приветствие выполнять поворотом головы в сторону начальника (старшего).

Приветствие является свидетельством взаимного уважения и проявления общей культуры военнослужащих. Подчиненные и младшие по воинскому званию приветствуют первыми, а при равном положении первым приветствует тот, кто считает себя более вежливым и воспитанным.

Обучение правилам выполнения воинского приветствия на месте целесообразно проводить без головного убора, а затем с надетым головным убором.

Выполнение воинского приветствия на месте без головного убора по разделениям **на два счета** осуществляется по команде: **«Для выполнения воинского приветствия, начальник с фронта (справа, слева), по разделениям: делай – РАЗ, делай – ДВА».**

По счету **«Делай – РАЗ»** принять положение строевой стойки, энергично повернуть голову с приподнятым в сторону начальника подбородком, смотреть в лицо начальнику, поворачивая вслед за ним голову.

По счету **«Делай – ДВА»** голову поставить прямо и принять положение «вольно».

Выполнение воинского приветствия на месте при надетом головном уборе целесообразно выполнять после разучивания подготовительных упражнений.

Первое подготовительное упражнение «прикладывание руки к головному убору» выполняется по разделениям на три счета по команде: **«Для выполнения воинского приветствия, начальник с фронта, по разделениям: делай – РАЗ, делай – ДВА, делай – ТРИ».**

По счету **«Делай – РАЗ»** вытянуть правую руку в сторону ладонью вверх, при этом ладонь правой руки должна быть прямая, пальцы вместе.

По счету **«Делай – ДВА»** согнуть правую руку в локте так, чтобы локоть был на линии и на высоте плеча, средний палец касался нижнего

края головного убора (у козырька), как показано на рисунке 7.1.

По счету «**Делай – ТРИ**» опустить руку.

После каждого счета руководитель задерживает положение рук обучаемых и исправляет допущенные ими ошибки.

Тренировка проводится до устранения обучаемыми недостатков.

Второе подготовительное упражнение «прикладывание руки

к головному убору по кратчайшему пути» выполняется по разделением на два счета по команде: **«Для выполнения воинского приветствия, начальник с фронта, по разделениям: делай – РАЗ, делай – ДВА».**

По счету «**Делай – РАЗ**» энергично приложить правую руку к головному убору по кратчайшему пути. Обратит внимание на то, чтобы локоть был на линии и на высоте плеча, ладонь была распрямлена, пальцы вместе, средний палец касался не головы у виска, а нижнего края головного убора.

По счету «**Делай – ДВА**» быстро опустить руку вниз, принять положение «Вольно».

Тренировка, как и при разучивании первого подготовительного упражнения, проводится до устранения обучаемыми недостатков.

Третье подготовительное упражнение «выполнение воинского приветствия при прохождении начальника» выполняется по разделениям на два счета по команде:

«Для выполнения воинского приветствия, начальник с фронта справа (слева), по разделениям: делай – РАЗ, делай – ДВА».

По счету «**Делай – РАЗ**» (при подходе начальника за три-четыре шага) принять положение строевой стойки, повернуться в сторону начальника, приложить правую руку к головному убору, смотреть в лицо начальнику, поворачивая вслед за ним голову.

По прохождении начальника, по счету «**Делай – ДВА**», быстро опустить руку вниз, принять положение «Вольно».



Рис. 7.1. Выполнение воинского приветствия на месте

При повороте головы в сторону начальника (старшего) положение руки у головного убора остается без изменения.

Руководитель проводит тренировку в целом, при необходимости с выделением обучающихся для прохождения вместо начальника перед фронтом и сбоку строя.

При выполнении воинского приветствия следует обращать внимание на следующие **характерные ошибки**:

- воинское приветствие выполнено менее чем за три-четыре шага;
- обучающийся не повернул голову в сторону начальника и не смотрит ему в лицо;
- пальцы руки, приложенной к головному убору, не вместе;
- ладонь согнута;
- средний палец не касается нижнего края головного убора;
- локоть руки не на линии и высоте плеча;
- изменено положение руки при повороте головы в сторону начальника;
- рука прикладывается к головному убору не кратчайшим путем.



Рис. 7.2.
Выполнение
воинского
приветствия без
головного убора в
движении

В движении без оружия воинское приветствие выполняется при встрече друг с другом и при обгоне.

Для обучения выполнению воинского приветствия в движении целесообразно:

- провести разучивание строевого приема по разделениям на восемь счетов;
- провести тренировку в замедленном и обычном темпах.

Выполнение воинского приветствия без головного убора по разделениям на восемь счетов:

- по счету «**Делай – РАЗ**» сделать шаг левой ногой, одновременно энергично опустить руки вдоль тела и повернуть голову с приподнятым подбородком в сторону начальника, как показано на рисунке 7.2;
- по счету «**Делай – ДВА, ТРИ, ЧЕТЫРЕ**» движение продолжать с прижатыми руками и повернутой головой;

по счету **«Делай – ПЯТЬ»** с постановкой левой ноги на землю, голову поставить прямо и продолжать движение руками в такт шагу;

по счету **«Делай – ШЕСТЬ, СЕМЬ»** сделать два шага с движениями рук в такт шагу;

по счету **«Делай – ВОСЕМЬ»** приставить правую ногу к левой, принять положение строевой стойки.

Выполнение воинского приветствия при надетом головном уборе по разделениям на восемь счетов:

по счету **«Делай – РАЗ»** сделать шаг левой ногой и с постановкой ноги на землю голову повернуть в сторону начальника, одновременно приложить руку к головному убору; левую руку опустить вниз к бедру, как показано на рисунке 7.3;

по счету **«Делай – ДВА, ТРИ, ЧЕТЫРЕ»** делать шаги правой и левой ногами пройдя начальника на один-два шага;

по счету **«Делай – ПЯТЬ»** одновременно с постановкой левой ноги на землю голову поставить прямо, правую руку опустить от головного убора и продолжать движение руками в такт шагу;

по счету **«Делай – ШЕСТЬ, СЕМЬ»** сделать два шага с движениями рук в такт шагу;

по счету **«Делай – ВОСЕМЬ»** приставить правую ногу к левой, принять положение строевой стойки.

Тренировку в замедленном темпе следует проводить до устранения обучаемыми недостатков, а тренировку в обычном темпе целесообразно провести «поточным методом» мимо руководителя.

При обнаружении одиночных ошибок руководитель выводит обучаемого из строя, указывает на ошибки, при необходимости проводит тренировку по разделениям, после чего возвращает в строй.

При необходимости исправления общих ошибок руководитель возвращается к выполнению строевого приема по разделениям.



Рис. 7.3. Выполнение воинского приветствия при надетом головном уборе в движении

Для проверки умения обучаемого выполнять приветствие в движении руководитель проводит тренировку с использованием разметки строевой площадки в обычном темпе, для чего выстраивает подразделение в колонну по одному, подает команду **«Для выполнения воинского приветствия, начальник слева (справа), дистанция 10 шагов, шагом – МАРШ»**. Обучаемые поочередно проходят мимо руководителя и приветствуют его.

Тренировку можно проводить при движении обучаемых навстречу друг другу с дистанции, например, 10 шагов между ними.

При обгоне начальника воинское приветствие выполнять с первым шагом обгона. Со вторым шагом голову поставить прямо и продолжить движение руками в такт шага.

Выполнение приветствия при обгоне начальника целесообразно тренировать на два счета:

по счету **«делай – РАЗ»** необходимо сделать шаг левой ногой вперед и одновременно с постановкой ноги на землю повернуть голову налево (направо) и правую руку приложить к головному убору, левую руку держать неподвижно у бедра;

по счету **«делай – ДВА»** сделать шаг и одновременно с очередной постановкой левой ноги на землю и с обгоном начальника голову поставить прямо, а правую руку опустить вниз.

В случае, если обучаемый допускает ошибки, руководитель говорит ему об этом и приказывает повторить прием.

Тренировку выполнения приема целесообразно проводить «точным методом».

7.2. Выход из строя, подход к начальнику, отход от него и возвращение в строй

Выход военнослужащего из строя, подход к начальнику, отход от него и возвращение в строй изложены в статьях 69–70, 72–73 Строевого устава Вооруженных Сил Российской Федерации [10]:

69. Для выхода военнослужащего из строя подается команда.

Например: «Рядовой Иванов. ВЫЙТИ ИЗ СТРОЯ НА СТОЛЬКО-ТО ШАГОВ» или «Рядовой Иванов. КО МНЕ (БЕГОМ КО МНЕ)».

Военнослужащий, услышав свою фамилию, отвечает: «Я», а по команде о выходе (о вызове) из строя отвечает: «Есть». По первой команде военнослужащий строевым шагом выходит из строя на указанное количество шагов, считая от первой шеренги, останавливается и поворачивается лицом к строю. По второй команде военнослужащий, сделав один-два шага от первой шеренги прямо, на ходу поворачивается в сторону начальника, кратчайшим путем строевым шагом подходит (подбегает) к нему и, остановившись за два-три шага, докладывает о прибытии.

Например: «Товарищ лейтенант. Рядовой Иванов по вашему приказу прибыл» или «Товарищ полковник. Капитан Петров по вашему приказу прибыл».

При выходе военнослужащего из второй шеренги он слегка накладывает левую руку на плечо впереди стоящего военнослужащего, который делает шаг вперед и, не приставляя правой ноги, шаг вправо, пропускает выходящего из строя военнослужащего, затем становится на свое место.

При выходе военнослужащего из первой шеренги его место занимает стоящий за ним военнослужащий второй шеренги.

При выходе военнослужащего из колонны по два, по три (по четыре) он выходит из строя в сторону ближайшего фланга, делая предварительно поворот направо (налево). Если рядом стоит военнослужащий, он делает шаг правой (левой) ногой в сторону и, не приставляя левой (правой) ноги, шаг назад, пропускает выходящего из строя военнослужащего и затем становится на свое место.

70. Для возвращения военнослужащего в строй подается команда.

Например, «Рядовой Иванов. СТАТЬ В СТРОЙ» или только «СТАТЬ В СТРОЙ».

По команде «Рядовой Иванов» военнослужащий, стоящий лицом к строю, услышав свою фамилию, поворачивается лицом к начальнику и отвечает: «Я», а по команде «СТАТЬ В СТРОЙ», прикладывает руку к головному убору, отвечает: «Есть», поворачивается в сторону движения, с первым шагом опускает руку, двигаясь строевым шагом, кратчайшим путем становится на свое место в строю.

Если подается только команда «СТАТЬ В СТРОЙ», военнослужащий возвращается в строй без предварительного поворота к начальнику.

При действии с оружием после возвращения в строй оружие берется в то положение, в котором оно находится у стоящих в строю военнослужащих.

72. При отходе от начальника, получив разрешение идти, военнослужащий прикладывает правую руку к головному убору, отвечает: «Есть», поворачивается в сторону движения, с первым шагом опускает руку и, сделав три-четыре шага строевым, продолжает движение походным шагом.

При отходе от начальника с оружием положение оружия не изменяется.

73. Начальник, подавая команду на возвращение военнослужащего в строй или давая ему разрешение идти, прикладывает руку к головному убору и опускает ее.

Строевой прием «подход к начальнику» целесообразно выполнять **по разделением на три счета:**

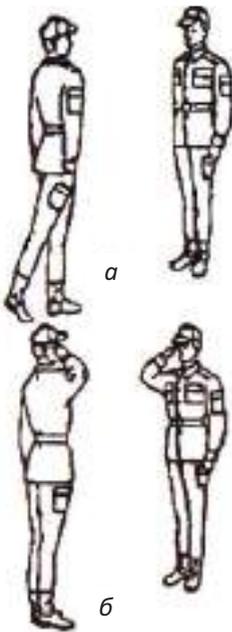


Рис. 7.4. Подход к начальнику

по счету **«Делай – РАЗ»** левой ногой сделать строевой шаг вперед, произведя движение руками в такт шагу, и зафиксировать положение левой ноги, руки опустить к бедрам, как показано на рисунке 7.4, а;

по счету **«Делай – ДВА»** приставить правую ногу и одновременно приложить руку к головному убору, как показано на рисунке 7.4, б;

по счету **«Делай – ТРИ»** правую руку опустить к бедру.

Выполнение строевого приема повторяется несколько раз, затем его следует усложнить исходя из того, что в случае подхода к начальнику под углом, отличным от 90° необходимо, остановившись за 3–4 шага, приставить ногу, повернуться в сторону начальника и с приставлением левой (правой) ноги приложить руку к головному убору.

В указанном случае руководитель устанавливает сколько необходимо выполнить шагов для подхода к начальнику и в какую сторону будет осуществляться поворот (к начальнику). Упражнение повторяется несколько раз по команде руководителя.

Строевой прием «отход от начальника» целесообразно выполнять в комплексе со строевым приемом **«подход к начальнику» по разделениям на восемь счетов**. В этом случае подается команда **«Подход к начальнику и отход от него по разделениям на восемь счетов – начи-НАЙ»:**

по счету **«РАЗ, ДВА»** сделать два строевых шага;

по счету **«ТРИ»** левой ногой сделать строевой шаг вперед, произведя движение руками в такт шагу, и зафиксировать положение левой ноги, руки опустить к бедрам (см. рис. 7.4, а);

по счету **«ЧЕТЫРЕ»** приставить правую ногу и одновременно приложить руку к головному убору (см. рис. 7.4, б);

по счету **«ПЯТЬ»** правую руку опустить к бедру;

по счету **«ШЕСТЬ»** приложить руку к головному убору, как показано на рисунке 7.5 а, и ответить **«ЕСТЬ»;**

по счету **«СЕМЬ»** повернуться кругом (направо, налево, и т.д.) – в сторону, ближайшую к месту в строю, как показано на рисунке 7.5 б.

по счету **«ВОСЕМЬ»** приставить правую ногу¹, но правую руку не опускать, как показано на рисунке 7.5 в.

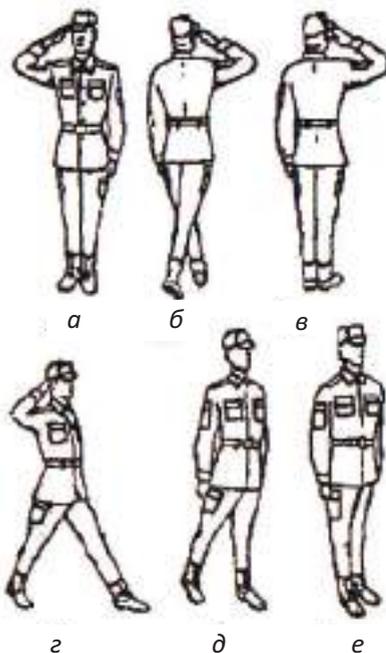


Рис. 7.5. Отход от начальника

¹ На первоначальном этапе обучения для получения первичных навыков допускается осуществлять поворот только кругом.

Для продолжения тренировки из положения по счету «ВОСЕМЬ» руководитель повторяет счет «Делай – РАЗ, ДВА, ТРИ, ...».

По счету «Делай – РАЗ» с первым шагом (с постановкой левой ноги на землю) опустить руку.

По счету «ДВА, ТРИ...ВОСЕМЬ» повторить действия, указанные выше.

Военнослужащий при возвращении в строй под углом, отличным от 90°, не доходя до строя 1–2 шага, на ходу поворачивается и становится на свое место в строю.

Для привития обучаемым твердых навыков в действиях при подходе к начальнику и отходе от него руководитель организует попарную тренировку в двухшереножном строю под личным контролем.

Затем руководитель лично поочередно вызывает к себе обучаемых и добивается от них правильных и четких действий.

Тренировка проводится по различным вариантам:

- из развернутого одношереножного строя;
- из двухшереножного строя;
- из походного строя в колонну по два (по три).

Варианты построения обучающихся для показа выхода военнослужащего из строя, подхода к начальнику, отхода от него и возвращения в строй представлены на рисунках 7.6–7.8.

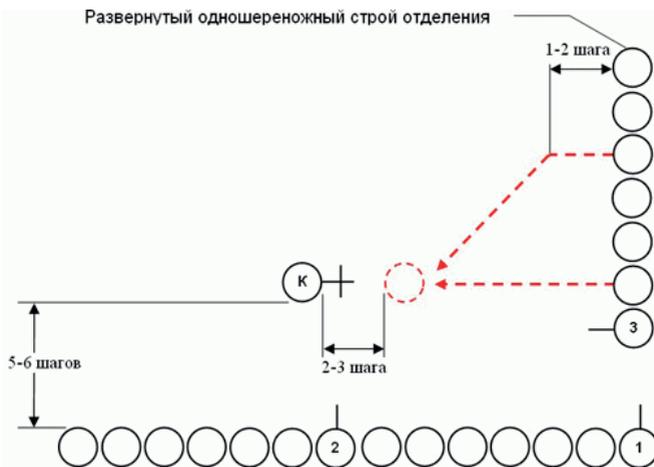


Рис. 7.6. Развернутый одношереножный строй

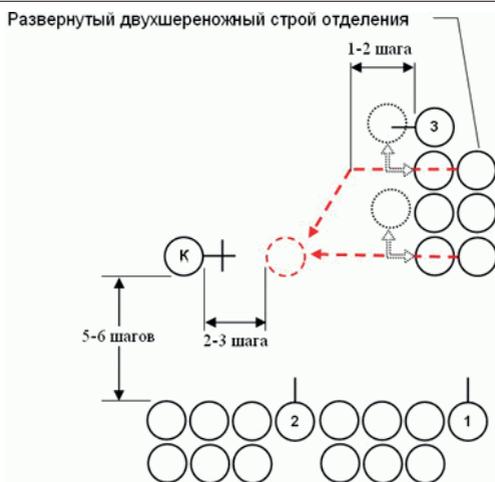


Рис. 7.7. Развернутый двухшереножный строй

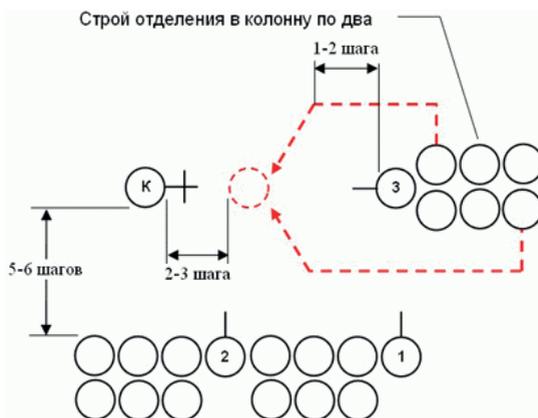


Рис. 7.8. Строй в колонну по два

Строевой прием «выход из строя» целесообразно выполнять в совокупности со строевым приемом **«возвращение в строй»** и на начальном этапе обучения осуществлять выход на два шага, а затем увеличить на большее количество шагов.

Строевой прием «выход из строя на два шага» выполняется по подразделениям на четыре счета по команде **«Рядовой»** (в учеб-

ных целях фамилии не произносятся). **ВЫЙТИ ИЗ СТРОЯ НА ДВА ШАГА**».

После предварительной команды каждый военнослужащий находящийся в строю, услышав к себе обращение «Рядовой» (как для отдельного военнослужащего, например, «Рядовой Иванов»), отвечает «**Я**».

После исполнительной команды каждый военнослужащий находящийся в строю отвечает «**ЕСТЬ**» и начинает выполнять строевой прием на четыре счета:

- по счету «**РАЗ, ДВА**» сделать два строевых шага;
- по счету «**ТРИ**» приставить левую ногу;
- по счету «**ЧЕТЫРЕ**» выполнить поворот кругом.

Строевой прием «возвращение в строй» выполняется *по разделениям на четыре счета* по команде «**Рядовой**» (в учебных целях фамилии не произносятся). **СТАТЬ В СТРОЙ**» или только по исполнительной команде «**СТАТЬ В СТРОЙ**».

После предварительной команды каждый военнослужащий, услышав к себе обращение «Рядовой» (как для отдельного военнослужащего, например, «Рядовой Иванов»), отвечает «**Я**».

После исполнительной команды каждый военнослужащий прикладывает правую руку к головному убору, отвечает «**ЕСТЬ**» и начинает выполнять строевой прием на четыре счета:

- по счету «**РАЗ**» с первым шагом (с постановкой левой ноги на землю) опустить руку;
- по счету «**ДВА**» сделать строевой шаг правой ногой;
- по счету «**ТРИ**» приставить левую ногу;
- по счету «**ЧЕТЫРЕ**» выполнить поворот кругом.

Очень важно, чтобы при постановке в строй последний шаг был сделан на пол ступни дальше в глубину строя от линии построения шеренги. Только в этом случае после выполнения поворота кругом носки обуви военнослужащего окажутся на линии шеренги.

Подход к начальнику вне строя изложен в статье 71 Строевого устава Вооруженных Сил Российской Федерации [10]:

71. При подходе к начальнику вне строя военнослужащий за пять-шесть шагов до него переходит на строевой шаг, за два-три шага останавливается и одновременно с приставлением ноги при-

кладывает правую руку к головному убору, после чего докладывает о прибытии (ст. 69). По окончании доклада руку опускает.

Для тренировки подхода к начальнику, отхода от него и возвращения в строй целесообразно провести попарную тренировку по номерам. Первые номера – военнослужащие первой шеренги, вторые номера – военнослужащие второй шеренги. Первые номера вызывают к себе вторых. После возвращения в строй вторых номеров первые и вторые номера меняются ролями.

Возможные ошибки, на которые необходимо обратить внимание: «срезание» угла при движении (подходе к начальнику и возвращении в строй);

при подходе к начальнику рука к головному убору прикладывается не одновременно с приставлением ноги;

при отходе от начальника (возвращении в строй) рука опускается не одновременно с первым шагом;

не приставляется нога после поворота при отходе от начальника.

Вопросы для контроля и самопроверки

1. Обязан ли военнослужащий выполнять воинское приветствие при встрече с военнослужащим равным по воинскому званию?
2. Как военнослужащий выполняет воинское приветствие при встрече с начальником (старшим)?
3. Как выполняется воинское приветствие при обгоне начальника (старшего)?
4. Как выполняется выход из строя военнослужащего?
5. Какие действия выполняет военнослужащий по команде «Стать в строй»?
6. Как выполняется подход к начальнику?
7. Как выполняется отход от начальника?

8. Строевые приемы и движение с оружием

Руководитель занятия (далее по тексту – руководитель) перед началом занятий проверяет оружие и постановку его на предохранитель путем подачи команд: «Оружие – К ОСМОТРУ» и «Предохранитель – СТАВЬ», доводит требования безопасности при выполнении приемов с оружием и напоминает, что **ЗАПРЕЩАЕТСЯ**:

заряжать оружие без команды руководителя;

направлять оружие независимо от того, заряжено оно или нет на людей, в сторону от направления ведения огня, в тыл стрельбища;

оставлять заряженное оружие или передавать его другим лицам.

8.1. Выполнение строевой стойки с оружием

Выполнение строевой стойки с оружием изложено в статье 39 Строевого устава Вооруженных Сил Российской Федерации [10]:

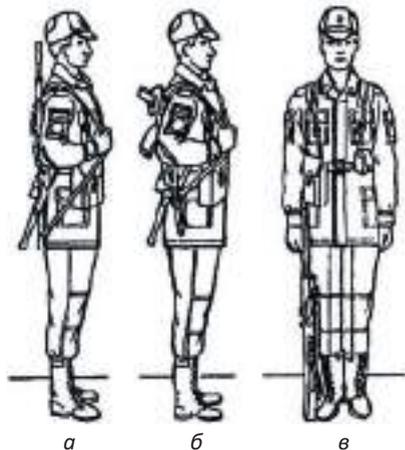


Рис. 8.1. Строевая стойка с оружием:
а) с автоматом; б) с автоматом со складывающимся прикладом;
в) с пулеметом

39. Строевая стойка с оружием та же, что и без оружия, при этом оружие держать в положении «на ремень» дульной частью вверх, кистью правой руки касаясь верхнего края поясного ремня, а автомат со складывающимся прикладом (укороченный автомат) – дульной частью вниз, ручной (ротный) пулемет держать у ноги свободно опущенной правой рукой так, чтобы приклад стоял затыльником на земле, касаясь ступни правой ноги.

Для обучения принятию строевой стойки с оружием, как показано на рисунке 8.1,

руководитель подает команду **«СМИРНО»**. По этой команде необходимо:

принять строевую стойку;

кистью правой руки обхватить ремень автомата так, чтобы ремень был натянут и ствол находился вертикально вверх, кисть касалась верхнего среза поясного ремня.

Для проверки правильности выполнения строевого приема целесообразно обучаемых повернуть налево, направо, кругом.

8.2. Выполнение приемов с автоматом на месте: «Ремень – ОТПУСТИТЬ (ПОДТЯНУТЬ)», «Положить – ОРУЖИЕ», «К ОРУЖИЮ», «В РУЖЬЕ»

Выполнение строевых приемов с автоматом на месте: «Ремень – ОТПУСТИТЬ (ПОДТЯНУТЬ)», «Положить – ОРУЖИЕ», «К ОРУЖИЮ», «В РУЖЬЕ» изложено в статьях 46, 88, 89 Строевого устава Вооруженных Сил Российской Федерации [10]:

46. При необходимости отпустить (подтянуть) ремень подается команда «Ремень – ОТПУСТИТЬ (ПОДТЯНУТЬ)».

По команде «Ремень» автоматы и ручные гранатометы взять в правую руку, карабины и пулеметы – к ноге; у автомата со складывающимся прикладом откинуть приклад, для чего подать правую руку по ремню несколько вверх, снять автомат с плеча и, подхватив его левой рукой за цевье и ствольную накладку, держать перед собой горизонтально магазином вниз на уровне подбородка. Удерживая автомат левой рукой, правой отвести защелку и откинуть приклад. Взять автомат в правую руку за цевье и ствольную накладку.

По команде «ОТПУСТИТЬ (ПОДТЯНУТЬ)» сделать пол-оборота направо, одновременно отставить левую ногу на шаг влево и, наклонившись вперед, упереть оружие прикладом в стопу левой ноги, а стволом положить на изгиб правого локтя; ноги в коленях не сгибать; удерживая правой рукой пряжку ремня, левой рукой подтянуть (отпустить) ремень и самостоятельно принять строевую стойку.

88. Оружие кладется на землю по команде «Отделение, положить – ОРУЖИЕ». По команде «Положить» автоматы и ручные грана-

тометы берутся в правую руку; карабины и пулеметы – в положение «к ноге»; у пулеметов, кроме того, откидываются сошки. По команде «ОРУЖИЕ» первая шеренга делает два шага вперед и приставляет ногу, затем обе шеренги одновременно делают левой ногой шаг вперед и кладут оружие на землю рукояткой затвора (затворной рамы) вниз, затыльником приклада у носка правой ноги (правую ногу в колене не сгибают), после чего приставляют левую ногу к правой.

Ручные гранатометы кладутся на землю рукояткой влево, пулеметы ставятся на сошки.

В одношереножном строю по исполнительной команде выполняются только два последних действия.

89. Для разбора оружия с земли подаются команды «Отделение – К ОРУЖИЮ» и затем «В РУЖЬЕ».

По первой команде отделение выстраивается у оружия. По второй команде военнослужащие делают левой ногой шаг вперед, берут оружие в правую руку и, выпрямляясь, приставляют левую ногу к правой. Вторая шеренга делает два шага вперед, после чего обе шеренги одновременно берут оружие в положение «на ремень». У пулеметов предварительно складываются сошки.

Строевой прием «Ремень-ОТПУСТИТЬ, (ПОДТЯНУТЬ)» целесообразно выполнять *по разделениям на восемь счетов:*

по счету «**Делай – РАЗ**» подать правую руку на большом пальце по ремню максимально вверх;

по счету «**Делай – ДВА**» снять автомат с плеча и, подхватив его левой рукой за нижнюю часть цевья и ствольной накладки, держать перед собой вертикально, магазином влево, дульным срезом на высоте подбородка, при этом локти разведены, предплечья параллельны земле, правая рука с ремнем на уровне груди. **Проконтролировать**, чтобы при снятии автомата обучающиеся не наклоняли корпус, соблюдали правила строевой стойки и не размахивали автоматом;

по счету «**Делай – ТРИ**», удерживая автомат левой рукой в прежнем положении, взять правой рукой за цевье и ствольную накладку выше кисти левой руки;

по счету «**Делай – ЧЕТЫРЕ**» левую руку отпустить к левому бедру, а правую с автоматом – к правому бедру, как показано на рисунке 8.2.

по счету **«Делай – ПЯТЬ»** сделать пол-оборота направо и одновременно отставить левую ногу на один шаг влево так, чтобы ступни обеих ног были параллельны (см. рис. 8.2);

по счету **«Делай – ШЕСТЬ»**, наклонившись вперед, одновременно упереть оружие прикладом в ступню левой

ноги, а ствол положить на изгиб правого локтя, ноги в коленях не сгибать, удерживая правой рукой пряжку ремня, левой рукой отпустить (подтянуть) ремень;

по счету **«Делай – СЕМЬ»** взять автомат правой рукой за цевье, выпрямиться, приставить левую ногу к правой, сделать пол-оборота налево, автомат держать в правой руке у бедра.

по счету **«Делай – ВОСЕМЬ»** автомат закинуть за правое плечо в положение «на ремень», а левую руку быстро опустить к бедру и самостоятельно принять строевую стойку (см. рис. 8.2). **Проконтролировать**, чтобы при забрасывании автомата обучаемые не наклоняли корпус и не размахивали автоматом.

Строевой прием «Положить – ОРУЖИЕ» целесообразно выполнять **по разделениям на восемь счетов:**

по счету **«Делай-РАЗ»** подать правую руку на большом пальце по ремню максимально вверх;

по счету **«Делай-ДВА»** снять автомат с плеча и, подхватив его левой рукой за нижнюю часть цевья и ствольной накладкой, держать перед собой вертикально, магазином влево, дульным срезом на высоте подбородка, при этом локти разведены, предплечья параллельны земле, правая рука с ремнем на уровне груди;

по счету **«Делай-ТРИ»**, удерживая автомат левой рукой в прежнем положении, взять правой рукой за цевье и ствольную накладку выше кисти левой руки;



Рис. 8.2. Выполнение приема «Ремень – ОТПУСТИТЬ (ПОДТЯНУТЬ)»

по счету «**Делай-ЧЕТЫРЕ**» левую руку отпустить к левому бедру, а правую с автоматом – к правому бедру (оружие должно находиться в правой руке у бедра правой ноги примерно под углом 45° магазином вперед и вниз), как показано на рисунке 8.3;

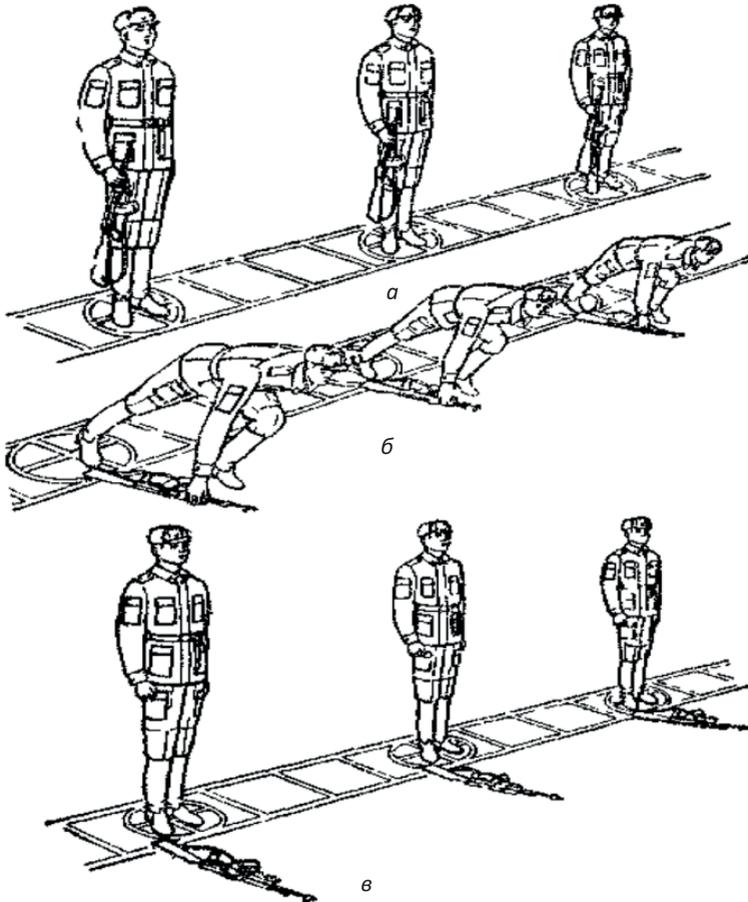


Рис. 8.3. Выполнение приема «Положить-ОРУЖИЕ»

по счету «**Делай-ПЯТЬ**», сделать левой ногой шаг вперед. *Для красоты выполнения приема целесообразно указать обучаемым, чтобы левая рука отходила назад до отказа в такт шага;*

по счету «**Делай-ШЕСТЬ**» приставить автомат прикладом к носку правой ноги;

по счету «**Делай-СЕМЬ**» наклониться и положить оружие на землю рукояткой затворной рамы вниз, затыльником приклада у носка правой ноги (см. рис. 8.3). **Проконтролировать**, чтобы обучаемые не сгибали правую ногу в колене и не наклоняли голову;

по счету «**Делай-ВОСЕМЬ**» быстро выпрямиться, приставить левую ногу к правой и принять положение строевой стойки (см. рис. 8.3).

Строевой прием «В РУЖЬЕ» целесообразно выполнять *по разделениям на восемь счетов*:

по счету «**Делай-РАЗ**» сделать левой ногой шаг вперед;

по счету «**Делай – ДВА**» наклониться и взять оружие за цевье и ствольную накладку, левую руку *отвести назад*. **Проконтролировать**, чтобы обучаемые при наклоне не сгибали правую ногу в колене и не наклоняли голову;

по счету «**Делай – ТРИ**» выпрямиться, одновременно приставить левую ногу к правой, оружие держать в правой руке у бедра правой ноги примерно под углом 45° магазином вперед и вниз;

по счету «**Делай – ЧЕТЫРЕ**» вывести автомат правой рукой перед собой;

по счету «**Делай – ПЯТЬ**» перехватить автомат левой рукой, удерживая его вертикально перед серединой тела дульным срезом на высоте подбородка;

по счету «**Делай – ШЕСТЬ**» правой рукой взяться за верхнюю часть ремня и выполнить скрестное движение, определяя тем самым длину ремня, необходимую для заброса автомата;

по счету «**Делай – СЕМЬ**» автомат закинуть за правое плечо в положение «на ремень»;

по счету «**Делай – ВОСЕМЬ**» левую руку быстро опустить к бедру и самостоятельно принять строевую стойку.

Для тренировки руководитель подает команды «**РАЗойДИСЬ**», а затем «**К ОРУЖИЮ**». **Проконтролировать**, чтобы по команде «**К ОРУЖИЮ**» обучаемые встали слева от оружия и приняли положение строевой стойки, при этом носок правой ноги находился на линии затыльника приклада.

Строевой прием «Положить ОРУЖИЕ» в двухшереножном строю целесообразно выполнять **по разделениям на три счета:**

после предварительной команды «Положить» по счету «**Делай – РАЗ**» взять автомат в правую руку;

после исполнительной команды «ОРУЖИЕ» по счету «**Делай – ДВА**» первой шеренге сделать два шага вперед и приставить ногу. **Проконтролировать**, чтобы обучаемые первой шеренги в такт шагов осуществляли движение рукой, не занятой оружием;

по счету «**Делай – ТРИ**» обеим шеренгам одновременно сделать левой ногой шаг вперед и положить оружие на землю рукояткой затвора вниз, затыльником приклада у носка правой ноги, после чего выпрямиться и приставить левую ногу к правой.

Строевой прием «В РУЖЬЕ» в двухшереножном строю целесообразно выполнять **по разделениям на три счета:**

по счету «**Делай – РАЗ**» сделать левой ногой шаг вперед, левую руку *отвести назад до отказа в такт шага*, наклониться и взять оружие за цевье и ствольную накладку, выпрямиться, одновременно приставить левую ногу к правой, оружие держать в правой руке у бедра правой ноги примерно под углом 45° магазином вперед и вниз;

по счету «**Делай – ДВА**» второй шеренге сделать два шага вперед и остановиться позади первой на дистанции вытянутой руки¹. **Проконтролировать**, чтобы обучаемые первой шеренги в такт шагов осуществляли движение рукой, не занятой оружием;

по счету «**делай – ТРИ**» обеим шеренгам одновременно взять оружие в положение «на ремень».

8.3. Выполнение приемов с автоматом на месте: «Автомат на – ГРУДЬ», «На ре-МЕНЬ», «Оружие – ЗА СПИНУ»

Выполнение приемов с автоматом на месте: «Автомат на – ГРУДЬ», «На ре-МЕНЬ», «Оружие – ЗА СПИНУ» изложено в статьях

¹ До получения первичных навыков, во избежание получения травм вторую шеренгу целесообразно строить на дистанции 3–4 шага.

40–41, 47–50 Строевого устава Вооруженных Сил Российской Федерации [10]:

40. Автомат из положения «на ремень» в положение «на грудь» берется по команде «Автомат на – ГРУДЬ» в три приема:

первый прием – подать правую руку по ремню несколько вверх, снять автомат с плеча и, подхватив его левой рукой за цевье и ствольную накладку, держать перед собой вертикально магазином влево, дульным срезом на высоте подбородка;

второй прием – правой рукой отвести ремень вправо и перехватить его ладонью снизу так, чтобы пальцы были полусогнуты и обращены к себе; одновременно продеть под ремень локоть правой;

третий прием – закинуть ремень за голову; взять автомат правой рукой за шейку приклада, а левую руку быстро опустить.

Автомат со складывающимся прикладом (укороченный автомат) из положения «на ремень» в положение «на грудь» берется по той же команде в два приема:

первый прием – правой рукой снять автомат с плеча, не выводя локтя правой руки из-под ремня, и, подхватив автомат левой рукой за цевье и ствольную накладку снизу, держать его перед собой магазином вниз, дульной частью влево;

второй прием – закинуть правой рукой ремень за голову на левое плечо, взять ею автомат за ствольную коробку у ремня, а левую руку быстро опустить

41. Автомат из положения «на грудь» в положение «на ремень» берется по команде «На ре-МЕНЬ» в три приема:

первый прием – левой рукой взять автомат за цевье и ствольную накладку снизу и, одновременно подавая его несколько вперед вверх, вывести правую руку из-под ремня, взяться ею за шейку приклада и держать автомат;

второй прием – поднимая автомат вверх, перекинуть ремень через голову и держать автомат перед собой вертикально магазином влево, дульным срезом на высоте подбородка;

третий прием – правой рукой взять ремень за его верхнюю часть и закинуть автомат за правое плечо в положение «на ремень», а левую руку быстро опустить.

Автомат со складывающимся прикладом (укороченный автомат) из положения «на грудь» в положение «на ремень» берется по той же команде в три приема:

первый прием – левой рукой взять автомат сверху за ствол и газовую трубку и, приподнимая автомат несколько вверх, вывести локоть правой руки из-под ремня, правой рукой, ладонью снизу, взять ремень у ствольной коробки;

второй прием – поворачивая автомат ствольной коробкой вверх, перекинуть ремень через голову и держать автомат магазином вправо;

третий прием – закинуть автомат за правое плечо в положение «на ремень», а левую руку быстро опустить.

47. Перед подачей команд: «За спину», «На ремень» и «На грудь» оружие предварительно ставится на предохранитель по команде «Предохранитель – СТАВЬ».

Если необходимо отомкнуть штык-нож (откинуть штык) или примкнуть его, то подаются команды «Штык-нож – ОТОМКНУТЬ», «Штык-нож – ПРИМКНУТЬ».

48. Оружие из положения «на ремень» в положение «за спину» берется по команде «Оружие – ЗА СПИНУ» в два приема:

первый прием – левой рукой взять ремень несколько ниже правого плеча, а правой рукой одновременно взяться за приклад (автомат со складывающимся прикладом и ручной гранатомет – за ствол у нижней антабки, а с укороченным стволом – за ствол снизу);

второй прием – правой рукой приподнять оружие вверх, а левой рукой закинуть ремень за голову на левое плечо; оружие и руки быстро опустить.

Автомат в положение «за спину» берется без штыка-ножа.

49. Оружие из положения «за спину» берется в положение «на ремень» по команде «Оружие на ре-МЕНЬ» в два приема:

первый прием – левой рукой взять ремень несколько ниже левого плеча, а правой рукой одновременно взяться за приклад (за ствол, за раструб);

второй прием – правой рукой оружие приподнять, а левой рукой перекинуть ремень через голову на правое плечо, ремень взять правой рукой, левую руку быстро опустить.

50. Для перевода автомата из положения «на грудь» в положение «за спину» и из положения «за спину» в положение «на грудь» оружие предварительно берется по команде в положение «на ремень».

Для перевода автомата со складывающимся прикладом в положение «за спину» из положения «на грудь» правой рукой взять автомат за дульную часть ствола и перевести его в положение «за спину».

Для перевода автомата со складывающимся прикладом из положения «за спину» в положение «на грудь» правой рукой взять автомат за дульную часть ствола и, подтягивая его дульной частью к левому плечу, перевести в положение «на грудь».

Строевой прием «Автомат на – ГРУДЬ» целесообразно выполнять **по разделением на три счета:**

по счету «**Делай-РАЗ**» подать правую руку по ремню несколько вверх, снять автомат с плеча и, подхватив его левой рукой за цевье и ствольную накладку, держать перед собой вертикально магазином влево, дульным срезом на высоте подбородка, как показано на рисунке 8.4;

по счету «**Делай-ДВА**» правой рукой отвести ремень вправо и перехватить его ладонью снизу так, чтобы пальцы были полусогнуты и обращены к себе, одновременно продеть под ремень локоть правой руки (см. рис. 8.4);

по счету «**Делай-ТРИ**» закинуть ремень за голову и взять автомат правой рукой за шейку приклада, а левую руку быстро опустить (см. рис. 8.4). **Проконтролировать**, чтобы обучающиеся, закидывая ремень не наклоняли голову, правую руку поднимали как можно выше, а, забросив ремень, быстро переносили руку на шейку приклада.

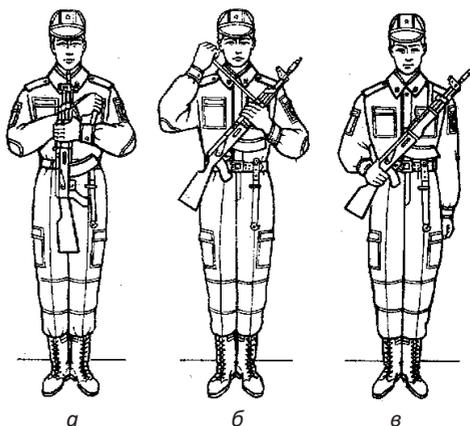


Рис. 8.4. Выполнение команды «Автомат на-ГРУДЬ»

Поправлять головные уборы, другие элементы обмундирования разрешается только после поступления команд «ВОЛЬНО», «ЗАПРАВИТЬСЯ».

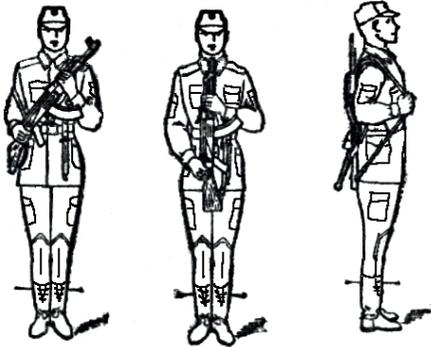


Рис. 8.5. Выполнение приема «На ре-МЕНЬ»

Строевой прием «На ре-МЕНЬ» целесообразно выполнять *по разделениям на три счета*:

по счету **«Делай – РАЗ»** левой рукой взята автомат за цевье и ствольную накладку снизу и, одновременно подавая автомат несколько вперед-вверх, вывести правую руку из-под ремня, взяться ею за шейку приклада и удерживать автомат правой рукой за шейку

приклада, левой – за цевье у груди, как показано на рисунке 8.5;

по счету **«Делай – ДВА»**, приподнимая автомат вверх, перекинуть ремень через голову и держать автомат перед собой вертикально магазином влево, дульным срезом на высоте подбородка (см. рис. 8.5);

по счету **«Делай – ТРИ»** правой рукой взять за верхнюю часть ремня и закинуть автомат за правое плечо в положение «на ремень», а левую руку быстро опустить (см. рис. 8.5).

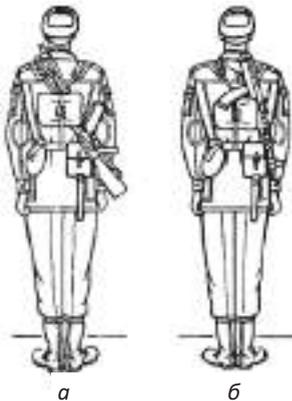


Рис. 8.6. Выполнение приема «Оружие-ЗА СПИНУ»

Строевой прием «Оружие – ЗА СПИ-НУ» целесообразно выполнять *по разделениям на три счета*:

по счету **«Делай – РАЗ»** левой рукой взять ремень несколько ниже правого плеча, а правой рукой одновременно взяться за приклад снизу;

по счету **«Делай – ДВА»** правой рукой приподнять автомат вверх, а левой закинуть ремень за голову на левое плечо, автомат и руки быстро опустить, как показано на рисунке 8.6.

Проконтролировать, чтобы обучающиеся при выполнении приема не наклоняли голову.

Строевой прием «Оружие на ре-МЕНЬ» целесообразно выполнять **по разделением на два счета**:

по счету **«Делай-РАЗ»** левой рукой взять ремень несколько ниже левого плеча, а правой одновременно взяться за приклад;

по счету **«Делай-ДВА»** правой рукой автомат приподнять, а левой перекинуть ремень через голову на правое плечо и автомат опустить; ремень взять правой рукой, а левую руку быстро опустить и принять строевую стойку.

Поправлять головные уборы, другие элементы обмундирования разрешается только после поступления команд «ВОЛЬНО» «ЗАПРАВИТЬСЯ».

Тренировка по выполнению строевых приемов проводится до устранения всех выявленных ошибок.

Для закрепления полученных умений и формирования первичных навыков провести тренировку по переводу автомата из положения «на грудь» в положение «за спину» и из положения «за спину» в положение «на грудь».

8.4. Повороты и движение с оружием

Выполнение поворотов и движение с оружием изложены в статьях 53–56 Строевого устава Вооруженных Сил Российской Федерации [10]:

53. Повороты и движение с оружием выполняются по тем же правилам и командам, что и без оружия.

54. При поворотах с оружием в положении «у ноги» на месте по предварительной команде оружие несколько приподнять и одновременно подать штык (дульную часть) на себя, а правую руку слегка прижать к правому бедру. Сделав поворот, одновременно с приставлением ноги плавно опустить оружие на землю.

55. Для движения с оружием в положении «у ноги» по предварительной команде «Шагом» оружие несколько приподнять.

56. При движении с оружием в положении «у ноги» и в положениях «на ремень» и «на грудь» рукой, не занятой оружием, а при

движении с оружием «за спину» обеими руками производить свободные движения около тела в такт шага.

Тренировка выполнения поворотов на месте проводится в положениях автомата «на ремень», «на грудь», «за спину».

Важно обратить внимание на положение правой руки и автомата при поворотах с оружием в положении «на ремень» (правой рукой обучаемый должен держать ремень автомата, левая – прижата к бедру), а также особенности выполнения приемов с автоматом в положении «на грудь» (правой рукой обучаемый должен держать шейку приклада, левая – прижата к бедру).

Движение строевым шагом и выполнение поворотов в движении целесообразно тренировать на строевых площадках, имеющих разметку. Тренировку следует проводить в положении автомата «на ремень», «на грудь», «за спину».

8.5. Выполнение воинского приветствия с оружием на месте и в движении

Выполнение воинского приветствия с оружием на месте и в движении изложено в статьях 64–65 Строевого устава Вооруженных Сил Российской Федерации [10]:

64. Выполнение воинского приветствия с оружием на месте вне строя производится так же, как и без оружия; при этом положение оружия не изменяется, и рука к головному убору не прикладывается. С оружием в положении «за спину» воинское приветствие выполнять, прикладывая правую руку к головному убору.

65. Для выполнения воинского приветствия в движении вне строя с оружием у ноги, «на ремень» или «на грудь» за три-четыре шага до начальника (старшего) одновременно с постановкой ноги повернуть голову в его сторону и прекратить движение свободной рукой. С оружием в положении «за спину», кроме того, приложить руку к головному убору.

Выполнение воинского приветствия на месте в положении оружия «на ремень» и «на грудь» целесообразно проводить *по разделениям на два счета*:

по счету «**Делай – РАЗ**» принять положение строевой стойки, если необходимо, повернуться в сторону начальника с одновременным приставлением ноги, энергично повернуть голову с приподнятым в сторону начальника подбородком, смотреть в лицо начальнику, поворачивая вслед за ним голову;

по счету «**Делай – ДВА**» голову ставят прямо и принимают положение «вольно».

Выполнение воинского приветствия на месте в положении оружия «за спину» целесообразно проводить *по разделениям на два счета*:

по счету «**Делай – РАЗ**» энергично приложить правую руку к головному убору;

по счету «**делай – ДВА**» быстро опустить ее вниз.

Выполнение воинского приветствия в движении с оружием в положении «на ремень» или «на грудь» целесообразно провести *по разделениям на восемь счетов*:

по счету «**Делай – РАЗ**» сделать шаг левой ногой, одновременно энергично опустить левую руку вдоль тела и повернуть голову с приподнятым подбородком в сторону начальника;

по счету «**Делай – ДВА, ТРИ, ЧЕТЫРЕ**» движение продолжать с прижатой рукой и повернутой головой;

по счету «**Делай – ПЯТЬ**» с постановкой левой ноги на землю, голову поставить прямо и продолжать движение левой рукой в такт шагу;

по счету «**Делай – ШЕСТЬ, СЕМЬ**» сделать два шага с движениями рук в такт шагу;

по счету «**Делай – ВОСЕМЬ**» приставить правую ногу к левой, принять положение строевой стойки.

Выполнение воинского приветствия в движении с оружием в положении «за спину» целесообразно провести *по разделениям на восемь счетов*:

по счету «**Делай – РАЗ**» сделать шаг левой ногой и с постановкой ноги на землю голову повернуть в сторону начальника, одновременно приложить руку к головному убору; левую руку опустить вниз к бедру;

по счету «**Делай – ДВА, ТРИ, ЧЕТЫРЕ**» делать шаги правой и левой ногами пройдя начальника на один-два шага;

по счету **«Делай – ПЯТЬ»** одновременно с постановкой левой ноги на землю голову поставить прямо, правую руку опустить от головного убора и продолжать движение руками в такт шагу;

по счету **«Делай – ШЕСТЬ, СЕМЬ»** сделать два шага с движениями рук в такт шагу;

по счету **«Делай – ВОСЕМЬ»** приставить правую ногу к левой, принять положение строевой стойки.

Тренировку в обычном темпе следует проводить «поточным методом» с использованием разметки строевых площадок.

Тренировку в выполнении воинского приветствия, когда начальник идет навстречу целесообразно провести движением обучающихся навстречу друг другу с дистанции, например, 10 шагов.

8.6. Выход из строя и возвращение в строй. Подход к начальнику и отход от него

Выход из строя и возвращение в строй, подход к начальнику и отход от него изложены в статьях 69-73 Строевого устава Вооруженных Сил Российской Федерации [10] и приведены в пункте 7.2 учебного пособия.

Тренировку целесообразно проводить в следующей последовательности:

выход из строя и возвращение в строй;

выход из строя, подход к начальнику, отход от него и возвращение в строй

При выявлении общих ошибок целесообразно обратить внимание на неправильные действия, а при необходимости перейти к выполнению строевых приемов по разделениям.

Вопросы для контроля и самопроверки

1. Какая команда подается для перевода автомата в положение «на грудь»?
2. Какая команда подается для перевода автомата из положения «на грудь» в положение «на ремень»?

3. Какая команда подается для перевода автомата в положение «за спину»?
4. Какая команда подается для перевода автомата в положение «на ремень» из положения «за спину»?
5. Положение рук при движении строевым шагом с оружием в положении «на ремень», «на грудь», «за спину»?
6. Порядок выполнения воинского приветствия с оружием в положении «на ремень», «на грудь», «за спину»?

9. Строй взвода

9.1. Выполнение строевых приемов взводом в развернутом и походном строях (построение, выравнивание, размыкание и смыкание, перестроение)

Выполнение строевых приемов взводом в развернутом строю изложено в статьях 100–101 Строевого устава Вооруженных Сил Российской Федерации [10]:

100. Развернутый строй взвода может быть одношереножный или двухшереножный. Построение взвода в развернутый строй производится по команде «Взвод, в одну шеренгу (в две шеренги) – СТАНОВИСЬ».

Приняв строевую стойку и подав команду, командир взвода становится лицом в сторону фронта построения; отделения выстраиваются левее командира. В двухшереножном строю последний ряд в каждом отделении должен быть полным.

С началом построения отделений командир взвода выходит из строя и следит за выстраиванием взвода.

Взвод с численностью отделений по четыре и по три человека строится в двухшереножный строй.

101. Выравнивание, повороты, перестроения и другие действия взвода в развернутом строю выполняются по правилам и командам, указанным для отделения.

Выполнение строевых приемов целесообразно проводить в следующей последовательности:

построение взвода в одношереножный и двухшереножный строй;

перестроение взвода из одношереножного в двухшереножный строй и обратно;

размыкание (смыкание) взвода в одношереножном и двухшереножном строю;

построение в походный строй и перестроения в походном строю.

Построение взвода в одношереножный строй (шеренгу) производится **по команде «Взвод, в одну шеренгу – СТАНОВИСЬ»:**

по предварительной команде **«Взвод»** все обучаемые должны повернуться лицом к командиру взвода, принять положение «Смирно» и ждать следующей команды в готовности быстро и четко ее выполнить;

став лицом в сторону фронта построения, командир взвода приказывает левее себя встать, подав исполнительную команду **«СТАНОВИСЬ»**. По этой команде обучаемые занимают свое место в строю левее командира взвода по отделениям.

Командиры отделений командуют **«Отделение – КО МНЕ»** (для сбора отделения), **«Отделение, в одну шеренгу – СТАНОВИСЬ»**.

С началом построения командир взвода выходит из строя и следит за выстраиванием взвода:

у всех обучающихся в шеренге носки обуви должны быть на одной линии;

при выравнивании наклон головы не допускается.

Целесообразно обратить внимание на то, что выравнивание носков обуви в отделении зависит от правофлангового военнослужащего, а во взводе – от первого отделения.

По команде «РАЗойДИСЬ» военнослужащие выходят из строя.

Построение взвода в двухшереножный строй производится **по команде «Взвод, в две шеренги – СТАНОВИСЬ»**.

Действия командира взвода и командиров отделений те же, что и при построении взвода в одну шеренгу.

Обратить внимание следует на то, что *последний ряд в каждом отделении должен был полным*.

По команде «РАЗойДИСЬ» военнослужащие выходят из строя.

Перестроение взвода из одной шеренги в две и обратно выполняется в составе отделений и изложено в статьях 85–87 Строевого устава Вооруженных Сил Российской Федерации [10]:

85. Для перестроения отделения из одной шеренги в две предварительно производится расчет на первый и второй по команде **«Отделение, на первый и второй – РАССЧИТАЙСЬ»**.

По этой команде каждый военнослужащий, начиная с правого фланга, по очереди быстро поворачивает голову к стоящему слева от него военнослужащему, называет свой номер и быстро ставит голову прямо. Левофланговый военнослужащий голову не поворачивает.

Так же производится расчет по общей нумерации, для чего подается команда «Отделение, по порядку – РАССЧИТАЙСЬ».

В двухшереножном строю левофланговый военнослужащий второй шеренги по окончании расчета строя по общей нумерации докладывает: «Полный» или «Неполный».

86. Перестроение отделения на месте из одной шеренги в две производится по команде «Отделение, в две шеренги – СТРОИСЯ».

По исполнительной команде вторые номера делают с левой ноги шаг назад, не приставляя правой ноги, шаг вправо, чтобы стать в затылок первым номерам, приставляют левую ногу.

87. Для перестроения отделения на месте из сомкнутого двухшереножного строя в одношереножный строй отделение предварительно размыкается на один шаг, после чего подается команда «Отделение, в одну шеренгу – СТРОИСЯ».

По исполнительной команде вторые номера выходят на линию первых, делая с левой ноги шаг влево, не приставляя правой ноги, шаг вперед и приставляют левую ногу.

Для разучивания **перестроения из одной шеренги в две** руководитель приказывает одному из обучаемых стать рядом с собой с правой стороны и показывает действия второго номера при перестроении в две шеренги, как показано на рисунке 7.1, а также действия второго номера при перестроении в одношереножный строй.

Перестроение из одной шеренги в две выполняют **по разделением на три счета:**

по счету «**Делай – РАЗ**» вторым номерам сделать левой ногой шаг назад, не приставляя правой;

по счету «**Делай – ДВА**» перенести правую ногу по кратчайшему пути на шаг вправо;

по счету «**Делай – ТРИ**» приставить левую ногу к правой и принять положение строевой стойки.



Рис. 9.1. Перестроение отделения из одной шеренги в две

Перестроение из двухшереножного строя в одношереножный выполняют **по разделением на три счета**:

по счету **«Делай – РАЗ»** вторым номерам сделать левой ногой шаг влево, не приставляя правую;

по счету **«Делай – ДВА»** сделать правой ногой шаг вперед и стать на линию первого номера;

по счету **«Делай – ТРИ»** приставить левую ногу к правой и принять положение строевой стойки.

Возможные ошибки, на которые необходимо обратить внимание:

при расчете не производится поворот головы;

при перестроении производится движение руками;

при перестроении обучаемы приставляют ногу до завершения выполнения приема.

Размыкание (смыкание) изложено в статьях 78–79 Строевого устава Вооруженных Сил Российской Федерации [10]:

78. Для размыкания отделения на месте подается команда «Отделение, вправо (влево, от середины) на столько-то шагов, разом-КНИСЬ (бегом, разом-КНИСЬ)». По исполнительной команде все военнослужащие, за исключением того, от которого производится размыкание, поворачиваются в указанную сторону, одновременно с приставлением ноги поворачивают голову в сторону фронта строя и идут учащенным полушагом (бегом), смотря через плечо на идущего сзади и не отрываясь от него; после остановки идущего сзади каждый делает еще столько шагов, сколько было указано в команде, и поворачивается налево (направо).

При размыкании от середины указывается, кто средний. Военнослужащий, названный средним, услышав свою фамилию, отвечает: «Я», вытягивает вперед левую руку и опускает ее.

При выравнивании отделения установленный при размыкании интервал сохраняется.

79. Для смыкания отделения на месте подается команда «Отделение, вправо (влево, к середине), сом-КНИСЬ (бегом, сом-КНИСЬ)». По исполнительной команде все военнослужащие, за исключением того, к которому назначено смыкание, поворачиваются в сторону смыкания, после чего учащенным полушагом (бегом) подходят на установленный для сомкнутого строя интервал и по

мере подхода самостоятельно останавливаются и поворачиваются налево (направо).

Размыкание взвода выполняется по команде «Взвод, вправо (влево, от середины), разом-КНИСЬ».

Для формирования первичных навыков целесообразно проводить размыкание от командира взвода (влево), как показано на рисунке 9.2.

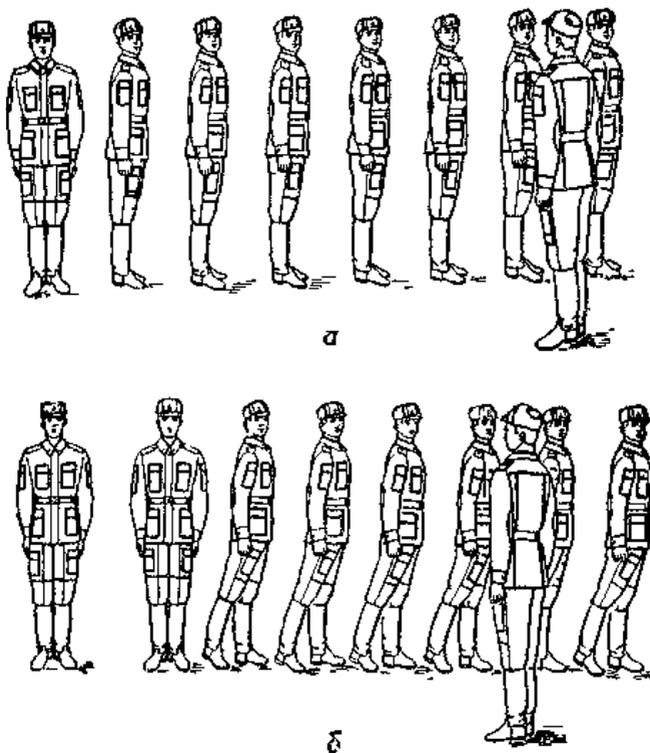


Рис. 9.2. Размыкание подразделения

Если в команде интервал не был указан, размыкание производится на один шаг. В это случае необходимо:

по счету «Делай – РАЗ» сделать поворот в указанную сторону, не приставляя сзади стоящую ногу.

по счету **«Делай – ДВА»** приставить сзади стоящую ногу и одновременно повернуть голову в сторону фронта построения (голова должна быть повернута настолько, чтобы видеть через плечо сзади стоящего обучаемого, сохраняя положение корпуса, как при строевой стойке);

по счету **«Делай – ТРИ»** начать движение учащимся полушагом (бегом), смотря через плечо на идущего сзади и не отрываясь от него; после остановки сзади идущего сделать еще один шаг или сколько было указано в команде, остановиться и сделать поворот в сторону фронта.

Обучение смыканию подразделения целесообразно проводить одновременно с размыканием.

Смыкание взвода выполняется по команде **«Взвод, вправо (влево, к середине), сом-КНИСЬ»**. По этой команде необходимо:

по счету **«Делай – РАЗ»** всем обучающимся, за исключением того, к которому назначено смыкание, сделать поворот в сторону смыкания;

по счету **«Делай – ДВА»** приставить ногу, но поворот головы не выполнять;

по счету **«Делай – ТРИ»** учащимся полушагом (бегом) подойти на установленный для сомкнутого строя интервал и по мере подхода самостоятельно остановиться, повернуться в сторону фронта и принять строевую стойку.

Возможные ошибки, на которые необходимо обратить внимание:

При размыкании не одновременно приставляется нога и поворачивается голова;

отрыв впереди идущих более, чем на дистанцию вытянутой руки; не производится движение руками в такт шагу.

Построение взвода в походный строй, его перестроение в развернутый строй и обратно изложено в статьях 103–104, 107, 113 Строевого устава Вооруженных Сил Российской Федерации [10]:

103. Походный строй взвода может быть в колонну по три (во взводе из четырех отделений – в колонну по четыре), в колонну по два или в колонну по одному. Построение взвода на месте в колонну по три (по четыре) производится по команде **«Взвод, в колонну по три (по четыре) – СТАНОВИСЬ»**.

104. Перестроение взвода из развернутого одношереножного строя в колонну по одному (из двухшереножного строя в колонну по два) производится поворотом взвода направо.

107. Перестроение взвода из колонны по одному в развернутый одношереножный строй (из колонны по два в двухшереножный строй) производится поворотом взвода налево.

113. Для сбора взвода подается команда «Взвод – КО МНЕ», по которой отделения бегом собираются к командиру взвода и по его дополнительной команде выстраиваются.

Перестроение целесообразно провести из двухшереножного строя по команде **«Взвод, напра-ВО»**, пояснить, что после поворота направо взвод оказывается построеным в походный строй в колонну по два, напомнить, что в колонне следует стоять строго в затылок впереди стоящему, дистанция между военнослужащими – один шаг.

Тренировку следует провести по командам **«Взвод, в колонну по три (по два по одному) – СТАНОВИСЬ»** и **«РАЗойДИСЬ»**.

В ходе построения целесообразно тренировать обучаемых в выравнивании и поворотах на месте.

Перестроения взвода и отделений изложены в статьях 93–95, 105–106, 108–112, 114 Строевого устава Вооруженных Сил Российской Федерации [10]:

93. Перестроение отделения из колонны по одному в колонну по два производится по команде «Отделение, в колонну по два, шагом – МАРШ» (на ходу – «МАРШ»).

По исполнительной команде командир отделения (направляющий военнослужащий) идет в полшага, вторые номера, выходя вправо, в такт шага занимают свои места в колонне; отделение движется в полшага до команды «ПРЯМО» или «Отделение – СТОЙ».

94. Перестроение отделения из колонны по два в колонну по одному производится по команде «Отделение, в колонну по одному, шагом – МАРШ» (на ходу – «МАРШ»).

По исполнительной команде командир отделения (направляющий военнослужащий) идет полным шагом, а остальные – в полшага; по мере освобождения места вторые номера в такт шага заходят в затылок первым и продолжают движение полным шагом.

95. Для перемены направления движения колонны подаются команды:

«Отделение, правое (левое) плечо вперед – МАРШ»; направляющий военнослужащий заходит налево (направо) до команды «ПРЯМО», остальные следуют за ним;

«Отделение, за мной – МАРШ (бегом – МАРШ)»; отделение следует за командиром.

105. Перестроение взвода из развернутого двухшереножного строя в колонну по одному (из одношереножного строя в колонну по два) производится по команде: «Взвод, напра-ВО»; «В колонну по одному (по два), шагом – МАРШ» (на ходу – «МАРШ»).

По команде «МАРШ» первое отделение на ходу перестраивается в колонну по одному, как указано в ст. 94 (в колонну по два, как указано в ст. 93) настоящего Устава; остальные отделения, последовательно перестраиваясь в колонну по одному (по два), следуют одно за другим в затылок первому отделению.

106. Перестроение взвода из развернутого двухшереножного строя в колонну по три (по четыре) производится по командам: «Взвод, напра-ВО»; «В колонну по три (по четыре), шагом – МАРШ» (на ходу – «МАРШ»).

По команде «МАРШ» первое отделение идет вполшага, перестраиваясь на ходу в колонну по одному, остальные отделения выходят влево на линию первого на установленный интервал, также перестраиваясь в колонну по одному, после чего командир взвода подает команду «ПРЯМО» или «Взвод – СТОЙ».

108. Перестроение взвода из колонны по три (по четыре) в колонну по два производится по команде «Взвод, в колонну по два, шагом – МАРШ» (на ходу – «МАРШ»).

По этой команде первое отделение идет прямо, перестраиваясь на ходу в колонну по два, как указано в ст. 93 настоящего Устава, остальные отделения обозначают шаг на месте, затем последовательно выходят в затылок впереди идущему отделению, перестраиваясь в колонну по два.

109. Для перестроения взвода из колонны по три (по четыре) в развернутый двухшереножный строй взвод предварительно перестраивается в колонну по два (ст. 108) и затем – как указано в ст. 107.

110. Перестроение взвода из колонны по три (по четыре) в колонну по одному производится по команде «Взвод, в колонну по одному, шагом – МАРШ» (на ходу – «МАРШ»).

По этой команде первое отделение идет прямо, остальные отделения обозначают шаг на месте и по мере выхода отделений из колонны последовательно по команде своих командиров «ПРЯМО» начинают движение полным шагом, следуя в затылок впереди идущему отделению.

111. Перестроение взвода из колонны по одному в колонну по три (по четыре) производится по команде «Взвод, в колонну по три (по четыре), шагом – МАРШ» (на ходу – «МАРШ»).

По этой команде первое отделение обозначает шаг на месте, остальные отделения, выйдя на линию первого, также обозначают шаг на месте до команды командира взвода «ПРЯМО» или «Взвод – СТОЙ».

112. Перестроение взвода из колонны по два в колонну по три (по четыре) производится по команде «Взвод, в колонну по три (по четыре), шагом – МАРШ» (на ходу – «МАРШ»). По команде «МАРШ» взвод перестраивается в колонну по три, как указано в ст. 106.

114. Перемена направления движения взвода в походном строю производится по командам и правилам, указанным для походного строя отделения.

Обучение целесообразно выполнить показом в медленном темпе и пояснениями по каждому перестроению, а затем провести тренировку.

Перестроение взвода из развернутого одношереножного строя в колонну по два целесообразно выполнять по командам: «Взвод, напра-ВО», «В колонну по два, шагом – МАРШ» (на ходу – «МАРШ»).

Перестроение взвода из развернутого двухшереножного строя в колонну по одному целесообразно выполнять по командам: «Взвод, напра-ВО», «В колонну по одному, шагом – МАРШ».

Перестроение взвода из развернутого двухшереножного строя в колонну по три целесообразно выполнять по командам: «Взвод, напра-ВО», «В колонну по три, шагом – МАРШ» (в движении – «МАРШ»).

Перестроение взвода производится одновременно с перестроением всех отделений. При этом по исполнительной команде первое отделение идет в полшага, перестраиваясь на ходу в колонну по одному, второе и третье отделения выходят полным шагом влево на линию первого отделения на уставной интервал, также перестраиваясь на ходу в колонну по одному. После того как отделения перестроятся командир взвода подает команду «ПРЯМО» или «Взвод – СТОЙ».

Перестроение взвода из колонны по три в колонну по два целесообразно выполнять по команде **«Взвод, в колонну по два, шагом – МАРШ»** (в движении – «МАРШ»). По этой команде первое отделение идет полным шагом, на ходу перестраиваясь в колонну по два, второе и третье отделения обозначают шаг на месте. Как только первое отделение перестроится, второе отделение выходит в затылок первому, также перестраиваясь в колонну по два, затем аналогично действует третье отделение.

Перестроение взвода из колонны по два в развернутый двухшереножный строй целесообразно выполнять по командам: **«Взвод – СТОЙ», «Нале-ВО»**.

Перестроения взвода из колонны по три в колонну по одному целесообразно выполнять по команде **«Взвод, в колонну по одному, шагом – МАРШ»** (в движении – «МАРШ»). По исполнительной команде первое отделение идет полным шагом, второе и третье отделения обозначают шаг на месте. Как только первое отделение выйдет из колонны, второе отделение заходит ему в затылок и продолжает движение полным шагом, затем третье.

Перестроение взвода из колонны по одному в колонну по три целесообразно выполнять по команде **«Взвод, в колонну по одному, шагом – МАРШ»** (в движении – «МАРШ»). По исполнительной команде первое отделение обозначает шаг на месте, второе и третье отделения движутся полным шагом. По мере выхода с левой стороны на уровень первого отделения второе обозначает шаг на месте, затем также действует третье отделение.

Когда взвод перестроится в колонну по три, подается команда **«ПРЯМО»** или **«Взвод – СТОЙ»**.

Для перемены направления движения взвода подаются команды: **«Взвод, правое (левое) плечо вперед – МАРШ», «ПРЯМО»;**

«Взвод, кругом – МАРШ»;

«Взвод, за мной – МАРШ» (бегом – «МАРШ»).

9.2. Выполнение воинского приветствия взводом в строю

Для выполнения воинского приветствия в двухшереножном строю на месте командир взвода, при подходе руководителя на 10–15 шагов, подает команду: **«Взвод, СМИРНО, равнение на-ПРАВО, на-ЛЕВО; на-СРЕДИНУ»**, прикладывает руку к головному убору (командиры отделений руку к головному убору не прикладывают). Личный состав взвода принимает положение «Смирно», поворачивает голову в соответствующую сторону. По прохождении руководителя или по команде «Вольно» командир взвода командует: **«ВОЛЬНО»** и опускает руку, личный состав взвода поворачивает голову прямо.

Для тренировки выполнения воинского приветствия в строю в движении руководитель перестраивает взвод в колонну по три. Взвод движется по периметру плаца, а руководитель принимает приветствие.

Командир взвода за 10–15 шагов до начальника командует: **«Взвод, СМИРНО, равнение на-ПРАВО (на-ЛЕВО)»**. По команде **«СМИРНО»** все военнослужащие переходят на строевой шаг, а по команде **«Равнение на-ПРАВО (на-ЛЕВО)»** одновременно поворачивают голову в сторону начальника и прекращают движение руками (рукой, не занятой оружием). Командир взвода, повернув голову, прикладывает руку к головному убору (командиры отделений руку к головному убору не прикладывают).

Поворот головы должен быть однообразным и выполняться одновременно всеми обучаемыми; четкость и одновременность должны соблюдаться и при переходе на строевой шаг и прекращении движения руками.

По прохождении начальника или по команде «Вольно» командир взвода командует «Вольно» и опускает руку.

Руководитель может изменить направление движения подразделения.

Если начальник приветствует взвод словами: «Здравствуйте, товарищи», военнослужащие отвечают, например: «Здравия желаем, товарищ майор». При этом начинают ответ с постановкой левой ноги на землю, произнося каждое последующее слово с постановкой ноги.

Вопросы для контроля и самопроверки

1. Как проводится выравнивание носков обуви в отделении и во взводе?
2. По какой команде выполняется перестроение из одношереножного взвода в двухшереножный?
3. Колонна или шеренга является походным строем?
4. Какие особенности следует учитывать при воинском приветствии подразделением в движении?

Раздел 4

ОГНЕВАЯ ПОДГОТОВКА

10. Сведения из внутренней и внешней баллистики

С появлением в начале XIV века в Европе пороха, а затем и созданием огнестрельного оружия, процессы, происходящие внутри канала ствола под действием пороховых газов, а также вопросы, связанные с влиянием сил на пулю (снаряд) при нахождении ее на траектории, постоянно занимают внимание изобретателей, конструкторов и ученых.

Баллистика (нем. Ballistik, от греч. *bállō* – бросаю) – наука о движении искусственных тел по принципу бросания, применительно к военному делу – изучение движения артиллерийских снарядов (пуль, мин и пр.) как свободно брошенных тел.

Как самостоятельная наука баллистика получила широкое развитие в середине XVIII века. Основными ее разделами являются внутренняя баллистика и внешняя баллистика.

Сведения из внутренней и внешней баллистики изложены в [2, 5, 7], других источниках и приведены ниже в следующей редакции.

10.1. Сведения из внутренней баллистики

Внутренняя баллистика – это наука, занимающаяся изучением процессов, которые происходят при выстреле, и в особенности при движении пули (гранаты) по каналу ствола.

Изучая процессы, происходящие внутри ствола, внутренняя баллистика призвана определять: каким образом снаряду данного веса и калибра сообщить заданную начальную скорость при условии, чтобы максимальное давление в стволе не превышало допустимой величины.

Опираясь на данные других наук (физики, химии, математики, газо- и термодинамики), внутренняя баллистика дает отправные (исходные) данные для внешней баллистики, которая изучает движение снаряда в пространстве после прекращения действия на него пороховых газов.

При воздействии на пороховое зерно внешнего (теплого) импульса оно начинает гореть. Процесс горения пороха разделяют на три фазы: зажжение;

воспламенение;

собственно горение.

При горении выделяется достаточно много энергии, при этом:

примерно 25–35% выделяемой энергии затрачивается на сообщение пуле поступательного движения (основная работа);

примерно 15–25% энергии затрачивается на совершение второстепенных работ (врезание и преодоление трения пули при движении по каналу ствола, нагревание стенок ствола, гильзы и пули, перемещение подвижных частей оружия, газообразной и несгоревшей частей пороха);

около 40% энергии не используется и теряется после вылета пули из канала ствола.

10.1.1. Выстрел и его периоды

Выстрелом называется выбрасывание пули (гранаты) из канала ствола под действием сжатых пороховых газов.



Рис. 10.1. Выстрел

Выстрел показан на рисунке 10.1. Он представляет собой процесс очень быстрого превращения химической энергии пороха в кинетическую энергию движения оружия (системы снаряд – заряд – ствол), т.е. химический взрыв в фазе молниеносного горения.

Выстрел характеризуется следующими особенностями:

большой величиной давления газов (2–3 тысячи и более атмосфер);

высокой температурой пороховых газов (2500–3500°С);

малой продолжительностью явления (0,001–0,06 сек.);

горением порохового заряда в быстро изменяющемся объеме.

От внешнего импульса (удара бойка по капсюлю) ударный состав капсюля воспламеняется, форс пламени через затравочные отверстия проникает внутрь гильзы, инициируя горение порохового заряда, во время которого образуются газы, количество которых увеличивается, следовательно, увеличивается и давление. Они распространяются во все стороны и, стремясь расшириться, давят на стенки на дно гильзы и пулю. Давление на дно гильзы заставляет его при-

жиматься к чашечке затвора, давление на стенки гильзы заставляет их плотно прижиматься к стенкам патронника, а давление на пулю заставляет ее врезаться в нарезы канала ствола, как показано на рисунке 10.2.

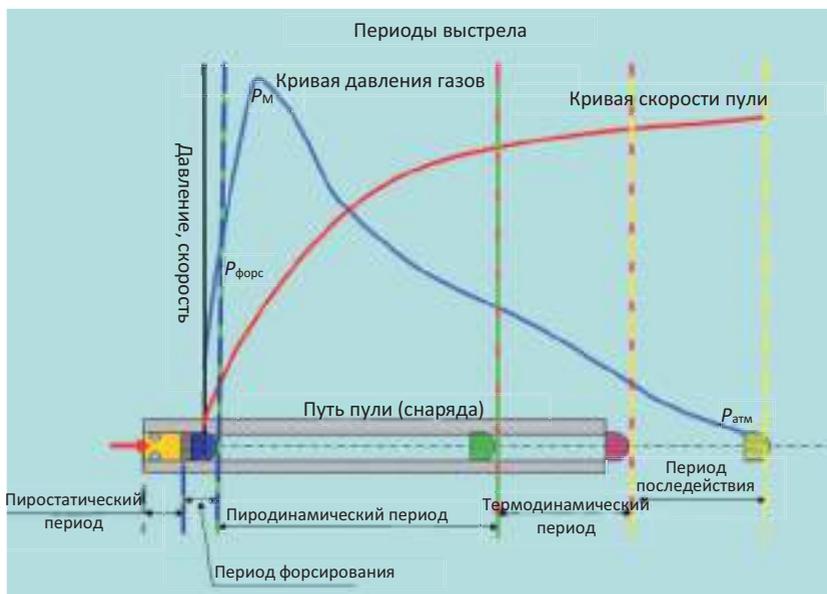


Рис. 10.2. Явление выстрела

Период явления выстрела, в котором происходит горение порохового заряда в постоянном объеме и нарастание давления до форсированного $P_{\text{форс}}$ называется предварительным периодом.

Предварительный период включает два периода явления выстрела (см рис. 10.2):

пиростатический, от момента начала воспламенения заряда до момента врезания снаряда (пули) в нарезы ствола;

форсирования, от момента начала движения до окончания врезания ведущих поясков снаряда (пули) в нарезы.

Давление газов, необходимое для того, чтобы сдвинуть пулю с места и преодолеть сопротивление ее оболочки врезанию в нарезы ствола называется *давлением форсирования*. Это давление зависит

от устройства нарезов, веса пули (снаряда) и твердости ее оболочки; для стрелкового оружия достигает 300–500 кг/см².

Далее следует **первый или основной (пиродинамический)** период выстрела, в течение которого происходит горение порохового заряда в быстроизменяющемся объеме. Этот период длится от момента, когда достигнуто давление форсирования до полного сгорания порохового заряда.

В начале периода, когда скорость движения пули по каналу ствола еще невелика, количество газов растет быстрее, чем объем запульного пространства (пространство между дном пули и дном гильзы), поэтому давление быстро повышается и достигает наибольшей величины. Для стрелкового оружия максимальное давление достигает 2500–4000 кг/см². Это давление называется максимальным давлением. Оно создается при прохождении пулей 4–6 см пути.

Затем, вследствие быстрого увеличения скорости движения пули, объем запульного пространства увеличивается быстрее притока новых газов, и давление начинает падать, к концу периода оно равно примерно 2/3 максимального давления. Скорость движения пули постоянно возрастает. Пороховой заряд полностью сгорает незадолго до того, как пуля вылетит из канала ствола.

После окончания горения порохового заряда приток новых газов прекращается, однако сильно сжатые и нагретые газы расширяются, и, вследствие этого, происходит увеличение скорости движения пули. Это – **второй период (термодинамический)** явления выстрела, в котором пуля движется под действием постоянного количества свободно расширяющихся газов. Он длится от окончания горения порохового заряда до момента вылета пули из канала ствола и характеризуется падением давления (для стрелкового оружия 300–900 кг/см²) и ростом скорости пули.

В системах с короткими стволами (пистолеты) полного сгорания порохового заряда вообще не происходит (частицы пороха догорают в воздухе), т. е. второй период явления выстрела фактически отсутствует.

Третий период, или период последствия газов, характеризуется тем, что газы, истекающие из ствола вслед за пулей, продолжают воздействовать на нее. В течение этого периода пороховые газы,

истекающие из канала ствола со скоростью 1200–2000 м/сек, продолжают воздействовать на пулю и сообщают ей дополнительную скорость. Наибольшей (максимальной) скорости пуля достигает в конце третьего периода на удалении нескольких десятков сантиметров от дульного среза ствола. Этот период заканчивается в тот момент, когда давление пороховых газов на дно пули будет уравновешено сопротивлением воздуха.

Таким образом, давление пороховых газов в канале ствола сначала почти мгновенно возрастает, затем продолжает резко возрастать до максимального значения, после чего начинается падение в момент вылета пули из канала ствола и происходит дальнейшее падение в период последствия газов.

Скорость пули непрерывно возрастает, вначале быстро, а затем медленнее, достигая максимального значения.

Для каждого периода выстрела внутренняя баллистика установила точные закономерности, показывающие зависимость давления газов и скорости пули от времени или пройденного пути. Эти зависимости позволяют полностью решить основную задачу внутренней баллистики: рассчитывать, какую скорость получает пуля данного веса при заданном давлении газов в стволе.

Данные о величинах давления и скорости на каждом участке получают расчетным путем при решении основной задачи внутренней баллистики, а после создания опытного образца оружия – специальными приборами.

Деление явления выстрела на рассмотренные периоды основывается на возможности для каждого отдельного периода производить математические расчеты величин давления газов и скорости снаряда.

Так, в предварительном периоде, когда горение происходит в постоянном объеме, расчеты производятся по формулам пиростатики.

Пиростатика – раздел внутренней баллистики, изучающий законы горения пороха, образования газов и развития давления при неподвижном снаряде.

В первом периоде расчеты производятся по формулам, учитывающим горение пороха в изменяющемся объеме, а во втором периоде величина давления газов и скорости снаряда определяется по формулам свободного расширения газов.

Эти два периода входят в раздел баллистики, называемый пиродинамикой.

Пиродинамика – раздел баллистики, изучающий законы газообразования и возникновения движения снаряда с учетом охлаждения газов и совершения механических работ.

Период последствия изучается разделом внутренней баллистики – газодинамикой.

Газодинамика изучает явления, связанные с движением и истечением газов в период последствия, а также истечения их через сопло реактивных снарядов, через отверстия дульных тормозов и пр.

За время движения по стволу пуля приобретает поступательное и вращательное движение. Вращение необходимо для придания устойчивости пуле на траектории, а поступательное движение – для сообщения ей определенного запаса энергии, чтобы доставить пулю к цели и произвести работу по ее поражению.

10.1.2. Начальная скорость пули.

Отдача и угол вылета

Начальной скоростью пули называют скорость ее движения у дульного среза ствола. По своей величине, как показано на рисунке



Рис. 10.3. Начальная скорость полета пули

10.3, начальная скорость больше дульной и меньше максимальной. Она необходима для того, чтобы привязать систему координат внешней баллистики к середине дульного среза ствола. Начальная скорость является одной из важнейших баллистических характеристик оружия.

Чем больше начальная скорость полета пули, тем больше пробивное и убойное действие пули, меньше влияние ветра и движения цели на вероятность попадания, выше вероятность попадания в цель.

Величина начальной скорости зависит от:

длины канала ствола, с увеличением которого до определенных пределов начальная скорость увеличивается, т.к. пуля большее вре-

мя подвергается действию давления пороховых газов;

веса пули; одинаковое давление газов в стволе оружия придает пуле меньшей массы большее ускорение;

веса порохового заряда, с увеличением которого при одном и том же весе пули начальная скорость увеличивается;

качественного состояния пороха (его температуры, влажности, формы и размера зерен пороха). При повышении влажности пороха на 1 % начальная скорость падает на 15 %. С увеличением температуры заряда начальная скорость пули увеличивается, т.к. при этом увеличивается скорость горения пороха и быстрее возрастает давление пороховых газов на пулю, а, следовательно, быстрее растет скорость движения пули в канале ствола. При изменении температуры заряда на 10 %, изменяется начальная скорость пули на 1 %, а давление в канале ствола изменяется на 4 %;

плотности заряжания.

Плотностью заряжания называется отношение веса заряда к объему гильзы при вставленной пуле (камеры сгорания заряда). При глубокой посадке пули значительно увеличивается плотность заряжания, что может привести при выстреле к резкому скачку давления и вследствие этого к разрыву ствола, поэтому такие патроны нельзя использовать для стрельбы. При увеличении плотности заряжания образовавшиеся газы создают большее давление, благодаря чему скорость горения пороха увеличивается.

Запас энергии, который будет иметь снаряд при вылете из ствола, называют *дульной энергией*.

Она характеризует дальнобойность оружия и поражающее действие пули и расходуется на совершение работы по преодолению силы сопротивления воздуха и на поражение цели. Дульная энергия зависит от начальной скорости и массы пули, причем с падением скорости резко уменьшается запас энергии, которым обладает пуля. Для того чтобы поразить человека пуля должна обладать запасом энергии порядка 8 кгм¹, пробить легкую броню крупнокалиберной пулей – 1000–1200 кгм. *Например: пуля промежуточного патрона*

¹ Килограммометр – работа, производимая силой в 1 килограмм при перемещении точки ее приложения на 1 м по направлению этой силы.

калибра 7,62-мм имеет дульную энергию 140 кгм. Этого запаса хватает для того, чтобы убить человека на дистанции 1350 м; 14,5 мм пуля Б-32, обладая дульной энергией 2910 кгм, пробивает 20 мм броню на дистанции 800 м.

Раскаленные пороховые газы, истекающие из ствола вслед за снарядом, при встрече с воздухом вызывают **ударную волну**, которая является источником звука выстрела.

Смешивание раскаленных пороховых газов с кислородом воздуха вызывает вспышку, наблюдаемую как пламя выстрела. Звук выстрела, порождаемый дульной волной – основная составляющая «шумности» любого огнестрельного оружия (объясняется высокими давлением и температурой пороховых газов у дульного среза, намного превосходящими давление и температуру окружающего воздуха).

Быстрое расширение пороховых газов после вылета из ствола, сменяющееся разрежением, в силу упругости воздуха создает дульную ударную волну и сопровождается резким и громким звуком, распространяющимся по всем направлениям. Особенно резок звук выстрела в начальной фазе возбуждения дульной волны.

Изучая движение замкнутой системы оружие – заряд – пуля, можно определить, что при выстреле возникает явление отдачи, когда начинают двигаться не только пуля, но и оружие в сторону, противоположную движению пули, как показано на рисунке 10.4.



Рис. 10.4. Явление отдачи

Движение оружия или его откатных частей назад под действием давления пороховых газов во время выстрела называют **отдачей**.

При обращении с легким стрелковым оружием отдача воспринимается рукой или через приклад плечом стрелка, при стрельбе из БМП, БТР, танков – гасится за счет массы машины и специальных

противооткатных устройств, в артиллерии часть силы отдачи станинами передается на землю. Она зависит от площади поперечного сечения канала ствола и давления пороховых газов в канале ствола и может развить скорость обратно пропорциональную массам оружия и пули.

Скорость отдачи оружия примерно во столько раз меньше начальной скорости пули, во сколько раз пуля легче оружия. *Энергия отдачи* у ручного стрелкового оружия обычно не превышает 2 кгм и воспринимается стреляющим безболезненно.

Тем не менее, отдача вредное явление. Она утомляет стрелка, увеличивает рассеивание снарядов.

Снизить отдачу возможно уменьшением веса заряда за счет применения порохов, обладающих большей силой, но так, чтобы это не приводило к уменьшению начальной скорости. Другим направлением борьбы с отдачей является усложнение конструкции оружия за счет:

применения дульных тормозов. *Дульный тормоз представляет собой специальное приспособление на дульной части ствола, действуя на которое, пороховые газы после вылета снаряда уменьшают скорость отдачи оружия. В русской артиллерии дульный тормоз впервые был применен в 1862 году для трехпудровой бомбовой пушки обр. 1838 г. Устройство его было простое. В стенке ствола вблизи дульного среза было восемь окон, наклоненных к оси ствола под углом 45° ;*

создания противооткатных устройств;

создания безоткатных систем оружия.

Конструкторы при создании оружия иногда используют энергию отдачи для обеспечения работы автоматики оружия (ПМ, ПЯ, КПВТ, АГС-17 и пр.). Поэтому энергия отдачи при выстреле из такого оружия меньше, чем при стрельбе из неавтоматического оружия или из автоматического оружия, устройство которого основано на принципе использования энергии пороховых газов, отводимых через отверстие в стенке ствола.

Направление силы давления пороховых газов (силы отдачи) и силы сопротивления ей обычно не совпадают. Они образуют пару сил, под действием которой дульная часть ствола оружия отклоняется кверху. Кроме того, при выстреле ствол оружия совершает ко-

лебательные движения – *вибрирует*. В результате вибрации дульная часть ствола в момент вылета пули может также отклониться от первоначального положения в любую сторону (вверх, вниз, вправо, влево).

У автоматического оружия, имеющего газоотводное отверстие в стволе, в результате давления газов на переднюю стенку газовой камеры дульная часть ствола оружия при выстреле несколько отклоняется в сторону, противоположную расположению газоотводного отверстия.

Сочетание влияния вибрации ствола, отдачи оружия и других причин приводит к образованию угла между направлением оси канала ствола до выстрела и ее направлением в момент вылета пули из канала ствола. Т.е. угол между направлением оси канала ствола до выстрела и ее направлением в момент вылета пули из канала ствола, образованный в результате вибрации ствола, отдачи оружия и других причин называется **углом вылета**.

Угол вылета считается **положительным**, когда ось канала ствола в момент вылета пули выше ее положения до выстрела, и считается **отрицательным**, когда она ниже.

При решении огневой задачи важно уяснить значение правильной и однообразной прикладки оружия.

Если поднять приклад на плече, момент сил увеличивается и пули пойдут ниже центра цели. При опускании приклада вниз пули попадут в цель выше, чем обычно. Угол вылета автоматически учитывается при приведении оружия к нормальному бою.

При стрельбе из автоматического оружия при помощи специальных устройств – **компенсаторов**, можно стабилизировать положение ствола при автоматической стрельбе. Компенсатор, представленный на рисунке 10.5, приближает ствол к первоначальному положению для последующего выстрела, повышая тем самым кучность стрельбы.

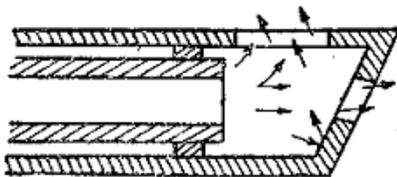


Рис. 10.5. Компенсатор

Однако при стрельбе из стрелкового оружия правильность изготовления существенно сказывается на разнообразии углов вылета пули. У обученного стрел-

ка, имеющего однообразные от выстрела к выстрелу углы вылета, отсутствует их вредное влияние на результаты стрельбы. У слабо обученного стрелка не однообразная прикладка резко увеличивает рассеивание пуль и снижает эффективность стрельбы.

10.1.3. Прочность ствола. Действия пороховых газов на ствол и меры по его сбережению

При выстреле внутри ствола, продольный разрез которого представлен на рисунке 10.6, развивается высокое давление. Поэтому стенки ствола должны быть достаточно прочными.

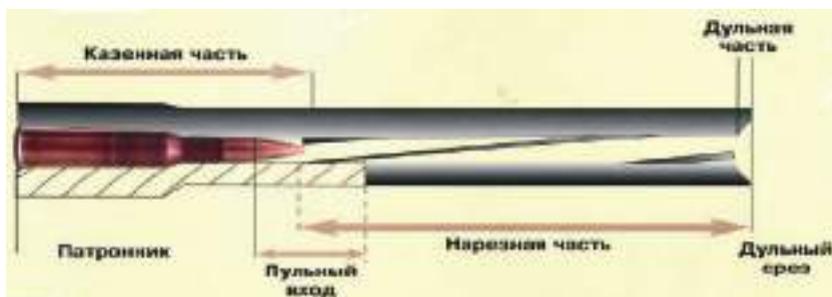


Рис. 10.6. Продольный разрез ствола

Прочностью ствола называется способность его стенок выдерживать определенные давления без остаточной деформации.

Нет смысла весь ствол рассчитывать на максимальное давление газов, так как по мере продвижения снаряда вперед давление падает. Поэтому толщина стенок (см. рис. 10.6) делается наибольшей вблизи казенного среза ствола, постепенно уменьшаясь в дульной его части. В каждом сечении стенки ствола изготавливаются с запасом прочности, позволяющей выдерживать давление в 1,3–1,5 раза больше, чем давление, возникающее при выстреле на случай отклонения графика изменения давления в зависимости от различных условий.

Тем не менее при эксплуатации оружия по вине стрелка могут возникнуть условия, при которых давление превзойдет рассчитанный запас прочности. В этом случае произойдет раздутие или разрушение ствола. В большинстве случаев раздутие ствола, как показано



Рис. 10.7. Раздутие ствола

на рисунке 10.7, получается от попадания в канал посторонних предметов.

Оружие, имеющее раздутие ствола, непригодно к стрельбе. Для предупреждения раздутия или разрыва ствола перед стрельбой необходимо тщательно протирать и осматривать канал ствола, не допускать заты-

кания его ветошью в сырую погоду.

Высокое давление, возникающее в канале ствола при выстреле, требует полной надежности запираения его затвором, что обеспечивается определенной конструкцией оружия. Поэтому при стрельбе необходимо тщательно следить за работой узла запираения, так как случайный выстрел при не полностью закрытом затворе приводит к тяжелым последствиям.

При длительной эксплуатации оружия, а также при недостаточной тщательной подготовке его к стрельбе может образоваться увеличенный зазор между зеркалом затвора и стволом. При выстреле этот зазор позволяет гильзе двигаться назад. Но стенки гильзы, расширившись под давлением газов, плотно прижаты к патроннику. Возникшие при этом силы трения препятствуют движению гильзы; гильза растягивается и, если зазор велик, рвется. Происходит так называемый поперечный разрыв гильз.

Для того чтобы избежать разрывов гильз, необходимо при подготовке оружия к стрельбе проверять величину зазора, содержать патронник в чистоте и не применять для стрельбы загрязненные патроны, что может вызвать увеличение сил сцепления стенок гильз с патронником. Предотвращению поперечных разрывов гильз способствует протирание патронника и легкая смазка гильз ружейным маслом.

В процессе стрельбы ствол изнашивается. Под **износом** понимается разрушение и вынос металла с поверхности канала ствола под действием причин *механического, теплового и химического* характера.

К причинам **механического** характера, вызывающих износ ствола оружия, кроме упругих деформаций, следует отнести трение и вымывание металла струей раскаленных газов. Это вызывает изменение диаметра канала по нареза́м и по поля́м, как показано на рисунке 10.8, а также изменение профиля нареза́ки.

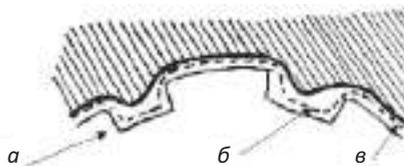


Рис. 10.8. Изменение диаметра и профиля нареза́ки канала ствола после большого числа выстрелов: а) новый ствол, б) до предельного числа выстрелов, в) после большого числа выстрелов

Наибольшую нагрузку трения испытывают боевые гра́ни нареза́в, которые заставляют вращаться снаряд с определенной угловой скоростью и поля нареза́в. Увеличение числа нареза́в позволяет уменьшить удельное давление пули на боевую гра́нь и увеличить срок службы ствола.

Износ стенок ствола может проходить не только при стрельбе, но и при неправильной чистке оружия.

Высокая **температура** газов неравномерно прогревает металл стенок. Вследствие кратковременности процесса выстрела, наиболее сильно нагревается тонкий слой металла внутри ствола. Стремясь расшириться, этот слой встречает противодействие менее нагретой массы металла. Остывание внутренних стенок ствола происходит так же более быстро. Такое попеременное расширение и сжатие в сочетании с перекалом тонкого слоя металла вызывает образование сетки микротрещин, которая ускоряет износ ствола и ведет к образованию сколов хрома. Частицы отколовшегося металла выносятся из канала ствола.

При стрельбе из автоматического оружия вследствие большого количества выстрелов в короткий промежуток времени ствол может нагреться до высоких температур. Температура порядка 680–700 °С делает ствольную сталь настолько мягкой, что может произойти сглаживание полей нареза́в и увеличение калибра ствола под действием пули, диаметр которой несколько больше калибра ствола.

Для повышения эффективности оружия некоторые образцы изготавливают со съёмными стволами. В этом случае в комплекте к

ним придается запасной ствол. Своевременная замена ствола позволяет вести огонь в высоком темпе, что важно в напряженные моменты боя.

В продуктах разложения порохового заряда при выстреле имеется много активных веществ, которые в условиях высоких температур и давлений ускоряют разрушение внутренних поверхностей ствола. Наличие окиси углерода и азота в продуктах разложения порохового заряда вызывает цементацию и нитрирование стенок ствола, придающие поверхностному слою большую хрупкость. В результате причин **химического** характера в канале ствола образуется нагар, который оказывает большое влияние на износ канала ствола. Количество нагара в стволе зависит от числа выстрелов и качественного состояния ствола. Чем больше произведено выстрелов и чем хуже состояние ствола, тем больше в нем остается нагара.

Например: после ста выстрелов из стрелкового оружия в стволе, не пораженном сыпью⁴, остается около 0,06 г нагара; в стволе, пораженном сыпью и раковинами – 0,22 г, т. е. почти в 4 раза больше.

Образующийся при стрельбе нагар, состоит из растворимых и нерастворимых веществ, которые вызывают коррозию канала ствола, как показано на рисунке 10.9.

Растворимые вещества – соли, образующиеся при взрыве ударного состава капсюля. Наиболее вредной примесью растворимых солей нагара является хлористый калий. Эта соль плавится при температуре 768°С и обращается в пар при 1415°С.

Во время выстрела, когда температура достигает 2800°С, хлористый калий в виде пара находится в пороховых газах. Соприкасаясь с холодными стенками ствола, пары хлористого калия конденсируются и в виде расплавленной соли или мелких кристалликов покрывают поверхность ствола. При этом стальная поверхность канала ствола нагревается и частички хлористого калия приплавляются к ней, образуя блестящий, стекловидный слой.

Калиевые соли пропитывают все остальные частицы рыхлого нагара, как бы цементируют их, превращая из легко удаляемой массы в твердое, трудно сдираемое вещество, плотно приклеившееся к поверхности металла.

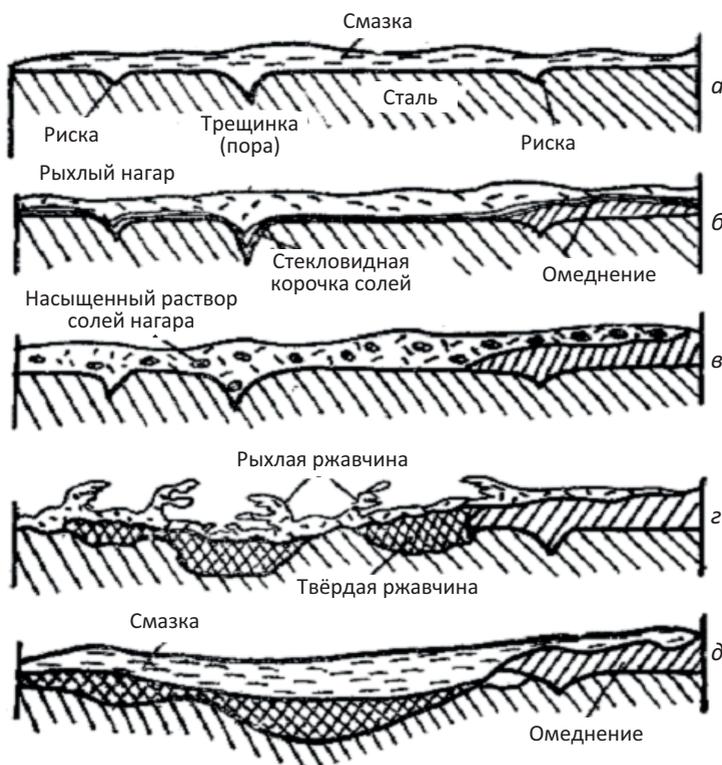


Рис. 10.9. Схема коррозии канала ствола винтовки, не вычищенной после стрельбы: а – до выстрела; б – после нескольких выстрелов; в – после отпотевания; г – после ржавления; д – после чистки ствола

Содержащиеся в нагаре соли легко впитывают влагу из атмосферного воздуха и превращаются в насыщенные растворы солей, вызывающие усиленное ржавление металла, особенно в местах трещин и сколов. (Напомним, что один литр воздуха, считающегося сухим, при температуре 20°C содержит около 10 миллиграммов воды).

Нерастворимые вещества (зола, образовавшаяся при сгорании порохового заряда; томпак, сорванный с оболочки пули; медь, латунь, оплавленные из гильзы; свинец, выплавленный из дна пули; железо, оплавленное из ствола и сорванное с пули, и т. п.) в присутствии солей усиливают ржавление.

До выстрела (см. рис. 10.9, а) поверхность канала ствола со всеми ее рисками, порами, трещинами покрыта тонким слоем смазки.

После нескольких выстрелов смазка сгорает, поверхность канала ствола покрывается рыхлым слоем нагара, под которым к металлу приплавилась стекловидная корочка солей (см. рис. 10.9, б). На отдельных местах поверхности канала приплавливаются частицы меди, сорванные с оболочки пули.

После окончания стрельбы ствол остывает и происходит отпотевание металла, при котором соли нагара поглощают влагу из воздуха и образуется их насыщенный раствор (см. рис. 10.9, в). Так создаются благоприятные условия для ржавления (см. рис. 10.9, г).

На поверхности канала ствола, особенно в местах углублений и трещин, образуются раковины, которые быстро увеличиваются в своих размерах.

Особенно быстро образуются раковины в непосредственной близости от омедненных участков (см. рис. 10.9, д), так как медь и сталь, покрытые солями нагара, как электролитом, образуют гальванический элемент, где быстро разрушающимся отрицательным полюсом является сталь.

Таким образом, износ внутренних стенок ствола является результатом действия многих причин и зависит как от химического и термического воздействия пороховых газов, так и от причин механического характера.

Если после стрельбы не удалить весь пороховой нагар, то канал ствола в течение короткого времени в местах скола хрома покроется ржавчиной, после удаления которой остаются следы. При повторении таких случаев степень поражения ствола будет повышаться и может дойти до появления раковин, т. е. значительных углублений в стенках канала ствола.

Все эти причины вызывают изменение поверхности канала ствола и приводят к его расширению, особенно у дульного среза и у пультного входа, что ухудшает центрирование снаряда в стволе. Это приводит к значительному увеличению рассеивания, неправильности полета снаряда и уменьшению дальности стрельбы, сокращая общий срок службы ствола.

Основными признаками, по которым в практике можно судить о непригодности стволов, являются следующие.

Для артиллерийских стволов – падение начальной скорости более, чем на 5–7 % по сравнению с табличной. Падение начальной скорости в войсковых условиях определяется по удлинению зарядной камеры для раздельного заряжания способами, описанными в Руководствах службы.

Для стрелкового оружия – увеличение рассеивания пуль до 2,5 раз по сравнению с табличным или появление срывов пуль с нарезов (свыше 50%), которые устанавливаются наличием на мишени овальных пробоин. При увеличении рассеивания пуль до указанных величин считают, что ствол потерял свою *живучесть*. Такие стволы выбраковываются, а оружие переводится в учебное.

Живучесть ствола называется максимальное количество выстрелов, которое можно произвести из данного ствола до потери им баллистических качеств, соблюдая режим огня.

Режимом огня называется наибольшее количество выстрелов, которое может быть произведено за определенный промежуток времени без ущерба для материальной части оружия, безопасности и без ухудшения результатов стрельбы. Каждый вид оружия имеет свой режим огня.

Увеличение живучести ствола ведется по двум направлениям.

Первое направление – **технологическое**, которое предполагает: применение высококачественного металла для изготовления стволов (легированных сталей);

тщательную обработку внутренних поверхностей;

хромирование канала ствола для повышения твердости его поверхности;

применение порохов с возможно меньшей температурой горения;

применением неоржавляющего капсюльного состава и ряд других мер.

Второе направление – **эксплуатационное**, которое предполагает своевременный и качественный уход за стволом перед стрельбой, после стрельбы и в процессе хранения в соответствии с требованиями наставлений.

Так как живучесть ствола сильно снижается при повышении температуры, необходимо принимать меры по уменьшению нагрева стволов во время стрельбы (без особой надобности, не вызванной обстановкой боя, не следует вести излишне интенсивную стрельбу).

На температуру и давление пороховых газов при выстреле сильно влияет температура заряда.

С повышением температуры заряда (происходит, например, при хранении боеприпасов на огневой позиции на солнцепеке) скорость горения заряда, наибольшее давление и температура газов в канале ствола увеличиваются, следовательно, ускоряются разгар и износ канала ствола. Этим объясняется требование к хранению патронов стрелкового оружия и зарядов артиллерийских выстрелов на позициях в тени, в нишах, под брезентом и т. п.

Перед каждой стрельбой канал ствола следует тщательно протереть, удалив из него загустевшую смазку, пыль и посторонние предметы.

Нужно также следить, чтобы канал ствола не загрязнялся от боеприпасов, для чего их перед заряданием необходимо обтереть от смазки и тщательно осмотреть.

Правила чистки оружия заключаются в следующем:

оружие необходимо чистить немедленно после стрельбы, по возможности на самом стрельбище;

весь нагар необходимо удалять при первой же чистке;

оружие следует чистить вторично для удаления нагара, который мог остаться в стволе, если первая чистка производилась в недостаточно удобных условиях (на стрельбище). Вторичная чистка производится немедленно по возвращении в места постоянной дислокации;

для стрелкового оружия, если ствол отпотел при внесении его после стрельбы с холода в теплое помещение, чистка производится немедленно, чтобы не дать оружию согреться, а капелькам росы высохнуть;

после чистки ствол протирается насухо и затем слегка смазывается.

При правильном уходе за стволом можно избежать ржавления и, следовательно, образования сыпи и раковин. Правильный уход за оружием позволяет значительно повысить срок службы ствола.

Живучесть стволов стрелкового оружия малого и основного калибров достигает 10–12 тысяч выстрелов, а хромированного – до 30 тысяч выстрелов.

Стволы крупнокалиберных пулеметов, где при выстреле максимальное давление достигает 3050 кг/см² имеют меньшую жи-

вучеть – 5–7 тыс. выстрелов. Например, у 14,5-мм крупнокалиберного пулемета уже после 1000 выстрелов начальная скорость падает.

Отсюда становится понятной важность строгого соблюдения режима огня, своевременной смены нагретых стволов и учета по формулам общего числа выстрелов.

10.2. Сведения из внешней баллистики

Внешняя баллистика – это артиллерийско-техническая наука, изучающая движение пули (снаряда, гранаты) после прекращения действия на нее пороховых газов.

Основной задачей внешней баллистики является решение вопроса о том, с какой начальной скоростью, под каким углом возвышения, какой формы нужно бросить пулю (снаряд, гранату), чтобы она достигла данной точки поверхности земли или пространства.

В настоящее время эта задача решена достаточно полно и на основе ее решения рассчитаны все таблицы стрельбы и шкалы прицельных приспособлений.

Помимо основной задачи внешняя баллистика решает ряд других задач, связанных со стрельбой:

учет влияния метеорологических условий на полет пули (гранаты) и составление поправочных таблиц, так называемая теория поправок. Практические выводы по этой теории учитывают: выбирая исходные установки для стрельбы (прицел, точку прицеливания) и определяя поправки на ветер, движение цели, температуру воздуха и заряда, атмосферное давление, угол места цели;

исследование полета вращающегося продолговатого снаряда (пули, гранаты), так называемая теория вращательного движения. Практические выводы учитывают, определяя величину деривации пуль (снарядов, гранат);

исследование изменения сопротивления воздуха в зависимости от формы пули (гранаты) и их начальной скорости. Практические выводы учитывают при конструировании боеприпасов и оружия.

В практической деятельности, связанной с применением оружия на поле боя, пользуются выводами внешней баллистики. *Выби-*

рая исходные установки угломера, прицела и уровня для стрельбы из орудий и минометов, из стрелкового оружия, выбирая прицел и точку прицеливания, внося поправки в установку прицела и целика на ветер, температуру и другие условия стрельбы, определяя упреждение при стрельбе по движущимся целям, пользуются таблицами, которые дает внешняя баллистика.

Организуя систему огня, определяя, где можно поразить противника огнем стрелкового оружия, где пушечной артиллерией, а где огнем гранатометов, гаубиц и минометов, пользуются знаниями свойств траекторий данных видов оружия. Данные знания дает внешняя баллистика.

При всех действиях на поле боя, связанных с построением боевого порядка, маневром подразделений и т.д., всегда учитывают огневые средства противника, избегая возможности одновременного поражения наших подразделений настильным и навесным огнем, учитывая наличие мертвых пространств и возможность использования различных укрытий и т. п. Эти сведения также дает внешняя баллистика.

10.2.1. Траектория и ее элементы. Форма траектории и ее практическое значение. Виды траекторий

Для изучения сил внешняя баллистика сначала рассматривает движение снаряда без учета силы сопротивления воздуха под действием только силы тяжести (параболическая теория).

При рассмотрении полета пули (гранаты) в безвоздушном пространстве и в случае, когда нет силы тяжести необходимо отметить, что

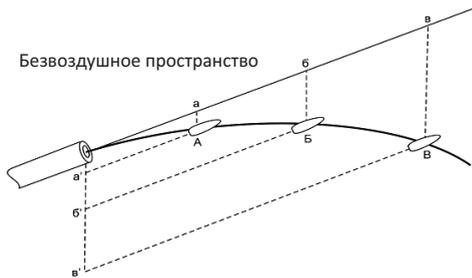


Рис. 10.10. Полет пули в безвоздушном пространстве

пуля (граната) в этом случае будет сохранять равномерное и прямолинейное движение до бесконечности (согласно 1 закону Ньютона).

Однако и в безвоздушном пространстве на пулю (снаряд, гранату) действует сила тяжести, изменяя характер ее полета, как показано на рисунке 10.10.

Действие силы тяжести не зависит от начальной скорости пули (гранаты). Поэтому пуля (граната), выпущенная под определенным углом к горизонту оружия, будет иметь понижение под линией бросания вследствие закона всемирного тяготения и опишет кривую.

При стрельбе в воздухе пуля (граната) при полете подвергается, как показано на рисунке 10.11, действию двух сил: силы тяжести и силы сопротивления воздуха. Сила тяжести заставляет пулю (снаряд, гранату) постепенно понижаться, а сила сопротивления воздуха непрерывно замедляет движение пули (гранаты) и стремится опрокинуть ее.

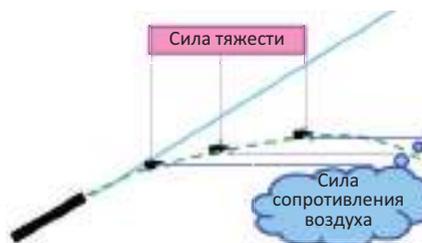


Рис. 10.11. Силы, действующие на пулю в воздухе

Силы, действующие на пулю при ее полете в воздухе, формируют траекторию. В результате действия этих сил скорость полета пули (гранаты) постепенно уменьшается, а ее траектория представляет собой по форме неравномерно изогнутую кривую линию.

Траектория – это линия, описываемая центром тяжести пули при ее полете.

Сила сопротивления воздуха больше силы тяжести и является одним из главных факторов, препятствующих достижению больших дальностей стрельб.

Например, дальность полета пули в безвоздушном пространстве при угле бросания 15° и начальной скорости 825 м/с, независимо от ее размеров и формы, была бы равна 68550 м; дальность полета пули обр. 1908 г. при тех же условия, но при наличии сопротивления воздуха равна 3825 м.

Эта разница тем больше, чем меньше вес пули (гранаты) и больше скорость ее полета. Сила сопротивления воздуха резко снижает дальность полета пули (гранаты). Она вызывается тремя основными причинами:

- трением воздуха;
- отрывом пограничного слоя с образованием завихрений;
- образованием баллистической волны.

Каждая из этих причин проявляется в результате давления воздуха на снаряд или возникновения сил трения, как показано на рисунке 10.12.



Рис. 10.12. Образование силы сопротивления воздуха

Частицы воздуха, соприкасающиеся с движущейся пулей (снарядом, гранатой), вследствие внутреннего сцепления с поверхностью пули (гранаты) создают трение воздуха. Возникающая сила трения воздуха уменьшает скорость полета пули (гранаты), так как пуля (граната), двигаясь сама, приводит в движение значительное количество частиц воздуха, цепляющихся друг за друга, и тратит на это часть своей энергии.

Большое значение для дальности полета имеет состояние поверхности пули (гранаты): шероховатость, загрязненность, наличие смазки. Частицы воздуха, непосредственно примыкающие к снаряду, вследствие сцепления с его поверхностью, движутся со скоростью снаряда. Следующий слой частиц воздуха в результате внутреннего сцепления также приходит в движение, но уже с несколько меньшей скоростью. Движение этого слоя передается следующему, и так до тех пор, пока разность скоростей частиц не станет равной нулю. Образуется так называемый **пограничный** слой (см. рис. 10.12). Этот слой воздуха, обтекая пулю, достигнув донного среза, отрывается от него и не успевает сразу сомкнуться за донной частью. За донной частью пули образуется разреженное пространство, куда засасываются частицы воздуха из пограничного слоя.

Струи воздуха, от разорванного пограничного слоя и, особенно, за донной частью, стремясь заполнить зону разрежения, образуют сильные турбулентные завихрения (см. рис. 10.12). В связи с этим

давление за донной частью ниже атмосферного, и пуле (снаряду) приходится преодолевать эти разности давлений.

При движении пули со скоростью меньшей скорости звука образование завихрения является главной причиной сопротивления воздуха. В этом случае на характер завихрений влияет форма хвостовой части пули (гранаты). Наиболее выгодной формой пули является каплевидная форма.

Чем больше скорость пули (гранаты) и чем менее совершенна ее форма, тем больше перепад давления на головной и донной частях и тем на большей части ее нарушается пограничный слой, что в результате существенно уменьшает скорость ее полета.

При всяком колебании и движении тел в воздухе создаются бесконечно малые уплотнения, которые распространяются со скоростью звука. При скорости снаряда, равной скорости звука, эти уплотнения накладываются одно на другое у головной части, создавая уже значительно плотный слой. Еще более плотным оказывается слой воздуха, когда скорость пули (снаряда) становится большей скорости звука, и пуля (снаряд) должна как бы «разрывать» уже образовавшуюся волну сгущения. Пока сила действия пули (гранаты, снаряда), меньше силы внутреннего сцепления частиц воздуха, эти частицы не раздвигаются, а двигаются впереди пули (гранаты), уплотняя, сжимая впереди лежащие слои воздуха.

Образуется **баллистическая волна** непосредственно у вершины пули (гранаты). Давление во фронте баллистической волны может достигать 5–10 кг/см².

Таким образом, баллистическая волна представляет собой скачок уплотнений у головной части, а, следовательно, имеет место скачок давления. Образование баллистической волны является основным фактором, вызывающим сопротивление воздуха пуле (гранате) движущейся со скоростью, большей скорости звука¹, что необходимо учитывать при организации системы огня.

¹ Снаряды калибром от 50 мм и выше с высокими начальными скоростями, пролетая в 3 метрах от человека, могут привести, за счет резкого скачка давления, к контузии, а ближе 3 метров – к смертельному исходу. Поэтому величину 3 метра называют медицинским запасом и учитывают при организации огня из-за флангов, в промежутки и поверх своих подразделений. При проведении учений в мирное время, стрельба поверх своих войск запрещена.

Вследствие упругости, сталкиваясь с пулей (снарядом, гранатой) частицы воздуха испытывают колебания. Если частота этих колебаний находится в пределах 20–20000 колебаний в секунду, мы воспринимаем их как звук. Поэтому полет пули (гранаты) в воздухе сопровождается характерным «свистящим» звуком.

С увеличением скорости движения пули (гранаты), при всех прочих равных условиях, увеличивается сила сопротивления воздуха.

При скорости пуль (снарядов, гранат) больше 350 м/сек основная энергия расходуется на преодоление баллистической волны.

Стремление увеличить дальность и меткость стрельбы потребовало придать пули такую форму, которая позволяла бы ей как можно дольше сохранить скорость и устойчивость в полете. Исследования приводят к следующему выводу, что пуля (граната) должна быть продолговатой (длина в несколько раз больше поперечного сечения), цилиндрической формы, с заостренной головной частью и скошенной хвостовой частью – в виде усеченного конуса.

Впервые обратил внимание на важность заострения головной части пули Г.В. Киснемский, который в 1895 году предложил заостренную пулю.

Наиболее выгодными в отношении уменьшения сил сопротивления воздуха являются снаряды, имеющие очертание головной части по так называемой кривой наименьшего сопротивления. Очертание головной части современных снарядов и пуль приближается к этой кривой.

Тупоконечная форма пули удобна для перезарядки оружия и обладает большей останавливающей способностью¹ по сравнению с остроконечной пулей, что немаловажно при скорострельности и поражения целей на коротких расстояниях.

Таким образом, можно с уверенностью утверждать, что:

под действием силы тяжести пуля (граната) стремится к поверхности земли;

¹ Останавливающее действие (останавливающая способность) – характеристика пули, определяющая усредненную степень потери противником способности к совершению враждебных действий после попадания в него пули.

сопротивление воздуха тормозит движение пули, постепенно снижая ее скорость, тем самым значительно сокращает дальность ее полета;

в результате силы тяжести и силы сопротивления воздуха центр тяжести пули (гранаты) движется по кривой линии, которая по своим свойствам близка к параболе.

Стабилизация полета снаряда понимается как решение следующих двух задач:

придание снаряду такой устойчивости, чтобы он не опрокидывался в воздухе;

достижение такого полета, при котором бы снаряд «следил» осью за траекторией.

Известно, что тело приобретает значительную устойчивость, если ему придать быстрое вращательное движение вокруг своей оси.

Всякое симметричное твердое тело, быстро вращающееся вокруг своей оси, называется гироскопом. Примером устойчивости вращающегося тела – гироскопа, может служить игрушка «волчок».

Способность вращающихся тел сохранять положение оси велика и тем больше, чем больше скорость вращения.

Для того чтобы пуля не опрокидывалась под действием силы сопротивления воздуха, ей придан быстрое вращательное движение с помощью нарезов в канале ствола. Для стабилизации полета пули скорость вращения должна быть тем больше, чем меньше ее масса.

Например, при выстреле АК-74 скорость вращения пули в момент вылета из канала ствола равна около 3000 об/с.

Однако ось пули не остается на одном месте. При движении на снаряд начнет действовать опрокидывающий момент.

Пусть в первый момент снаряд отклонится головной частью вверх. Тогда воздух будет давить на его нижнюю часть. Снаряд вследствие свойств гироскопа не опрокинется, а отклонится головной частью вправо. Теперь воздух будет давить на левый бок снаряда, но снаряд повернется головной частью вниз, и воздух будет давить на верхнюю часть снаряда, в результате чего он отклонится влево.

Так как действие силы сопротивления воздуха непрерывно, то головная часть пули (гранаты) будет описывать окружность в сторону

вращения, а ось пули (гранаты) – конус с вершиной в центре тяжести, как показано на рисунке 10.13.

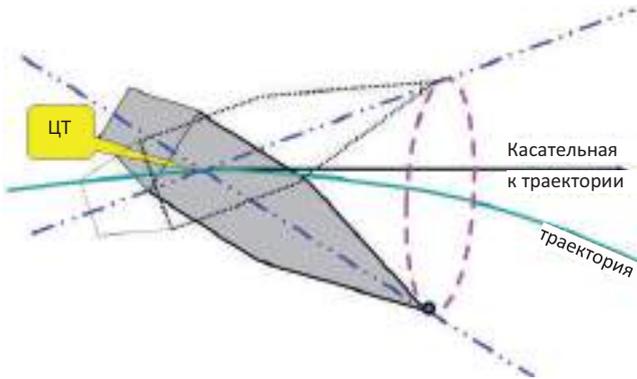


Рис. 10.13. Медленное коническое движение

Это вращение принято называть **медленным коническим движением** или **прецессией**.

На криволинейном участке касательная к траектории все время понижается. Это приводит к тому, что пуля (снаряд) с набегающим потоком воздуха больше сталкивается нижней и левой частями, вследствие чего возникают некоторая подъемная сила и боковая составляющая, которые вызывают смещение центра тяжести всей пули (снаряда) вправо.

Смещение вращающейся пули (гранаты) при полете в воздухе в сторону вращения называется **деривацией**.

Процесс деривации представлен на рисунке 10.14.



Рис. 10.14. Деривация (вид сверху)

Деривация – вредное явление, осложняющее стрельбу. Деривация искривляет траекторию полета пули (гранаты) в горизонтальной плоскости, а ее величина зависит от скорости вращения пули (гранаты). Однако величина деривации очень мала по сравнению с дальностью стрельбы и легко может быть учтена с помощью специальных таблиц.

В некоторых образцах вооружения деривация устраняется при помощи устройств, установленных в прицел. Они при установке прицела смещают мушку в противоположную сторону от угла деривации.

Так как внешняя баллистика изучает движение пули (гранаты) после прекращения действия на нее пороховых газов, а пуля (граната) в воздухе описывает кривую, названную **траекторией**, то внешняя баллистика непосредственно связана с изучением всех элементов этой траектории, представленной на рисунке 10.15.

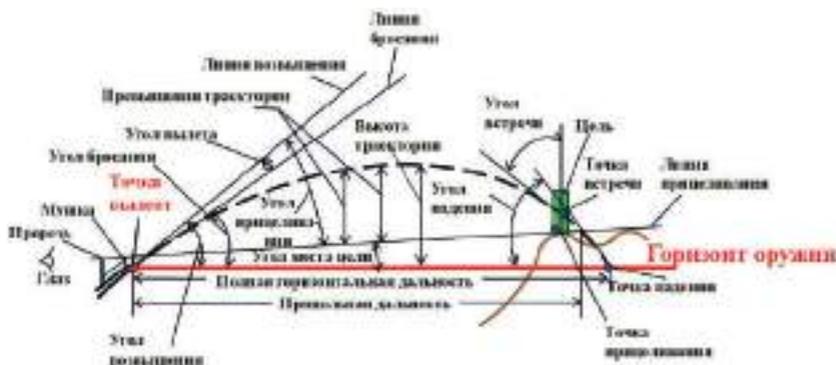


Рис. 10.15. Элементы траектории

Для изучения траектории пули (гранаты) и ее элементов приняты следующие определения.

Ось канала ствола – геометрическая линия, проходящая через середину канала ствола.

Горизонт оружия – горизонтальная плоскость, проходящая через точку вылета (центр дульного среза канала ствола).

Точка вылета – центр дульного среза канала ствола оружия. Она является началом траектории.

Точка прицеливания (наводки) – точка на цели или вне ее, в которую наводится оружие.

Вершина траектории – наивысшая точка траектории.

Точка встречи – точка пересечения траектории с поверхностью цели (земли, преграды).

Точка падения – точка пересечения траектории с горизонтом оружия.

Полное время полета – время движения пули (гранаты) от точки вылета до точки падения.

Прицельная линия – прямая линия, соединяющая середину прорези прицела с вершиной мушки. Чем она больше, тем точнее бой оружия, лучше меткость стрельбы.

Линия прицеливания – прямая линия, проходящая от глаза стрелка через середину прорези прицела (на уровне с ее краями) и вершину мушки в точку прицеливания.

Линия бросания – прямая линия, являющаяся продолжением оси канала ствола оружия в момент вылета пули (гранаты).

Линия возвышения – прямая линия, являющаяся продолжением оси канала ствола наведенного в цель оружия.

Высота траектории – кратчайшее расстояние от вершины траектории до горизонта оружия.

Восходящая ветвь траектории – часть траектории от точки вылета до вершины.

Нисходящая ветвь траектории – часть траектории от вершины до точки падения.

Прицельная дальность – расстояние от точки вылета до пересечения траектории с линией прицеливания.

Полная горизонтальная дальность – расстояние от точки вылета до точки падения.

Превышение траектории над линией прицеливания – кратчайшее расстояние от любой точки траектории до линии прицеливания.

Линия цели – прямая, соединяющая точку вылета с целью.

Наклонная дальность – расстояние от точки вылета до цели по линии цели.

Угол прицеливания – угол, заключенный между линией прицеливания и линией возвышения.

Угол места цели – угол, заключенный между линией прицеливания и горизонтом оружия. Если цель выше горизонта оружия, то угол места цели – положительный, если ниже – отрицательный.

Угол бросания – угол, заключенный между линией бросания и горизонтом оружия.

Угол возвышения – угол, заключенный между линией возвышения и горизонтом оружия. При стрельбе сверху вниз возможны случаи, когда линия возвышения будет проходить ниже горизонта оружия. В этом случае это будет угол склонения.

Угол вылета – угол, заключенный между линией возвышения и линией бросания. Этот угол характеризует величину смещения оружия в момент выстрела вследствие отдачи оружия и вибрации ствола. Например, *величина табличного угла вылета: АК-74 – 4''; АКМ, РПК-74, НСВС-12,7 – -2''; ПК – 12''.*

Угол падения – угол, заключенный между касательной к траектории в точке падения и горизонтом оружия.

Угол встречи – угол, заключенный между касательной к траектории и касательной к поверхности цели (земли, преграды) в точке встречи. За угол встречи принимается меньший из смежных углов, измеряемый от 0° до 90°. Чем ближе угол встречи к 90°, тем больше пробивное и убойное действие пули (гранаты).

Траектория пули (снаряда, гранаты) *в воздухе имеет следующие основные свойства:*

нисходящая ветвь короче и круче восходящей;

угол падения больше угла бросания;

окончательная скорость пули¹ (снаряда, гранаты) меньше начальной;

наименьшая скорость полета пули (гранаты) при стрельбе под большими углами бросания – на нисходящей ветви траектории, а при стрельбе под небольшими углами бросания – в точке падения;

время движения пули (гранаты) по восходящей ветви траектории меньше, чем по нисходящей;

траектория вращающейся продолговатой пули (снаряда) вследствие понижения пули (снаряда) под действием силы тяжести и дегривации представляет собой линию двоякой кривизны.

¹ *Окончательная скорость пули (гранаты) – скорость пули (гранаты) в точке падения.*

Форма траектории зависит от величины угла возвышения.

С увеличением угла возвышения высота траектории и полная горизонтальная дальность полета пули (гранаты) увеличивается, но это происходит до определенного предела. За этим пределом высота траектории продолжает увеличиваться, а полная горизонтальная дальность начинает уменьшаться, как показано на рисунке 10.16.

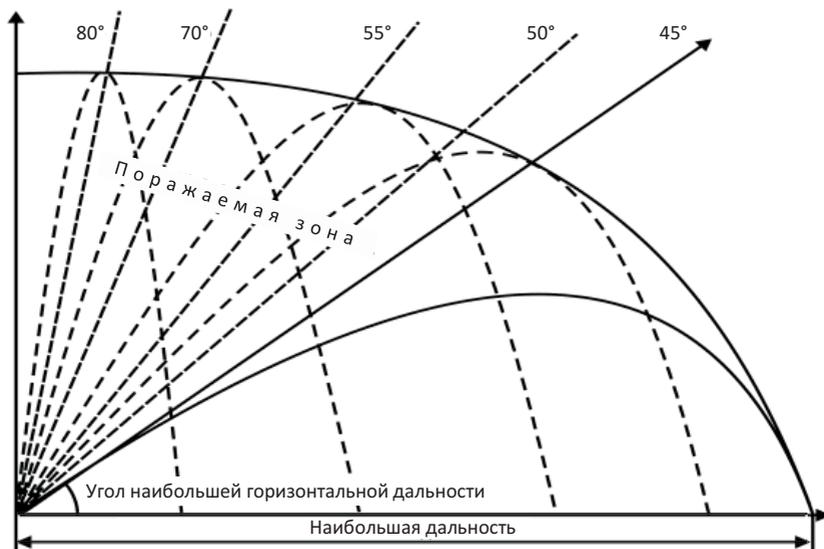


Рис. 10.16. Поражаемая зона и наибольшие горизонтальные и прицельные дальности при стрельбе под различными углами возвышения

Угол возвышения, при котором полная горизонтальная дальность полета пули (гранаты) становится наибольшей называется **углом наибольшей дальности** (см. рис. 10.16).

Величина этого угла отлична для различных пуль (снарядов, гранат) и зависит от их конструктивных особенностей и оружия. Например, для стрелкового оружия углы наибольшей горизонтальной дальности колеблются в пределах 30–35°, для минометов – 45°.

Угол наибольшей дальности позволяет разделить весь спектр траекторий на настильные и навесные, которые представлены на рисунке 10.17.

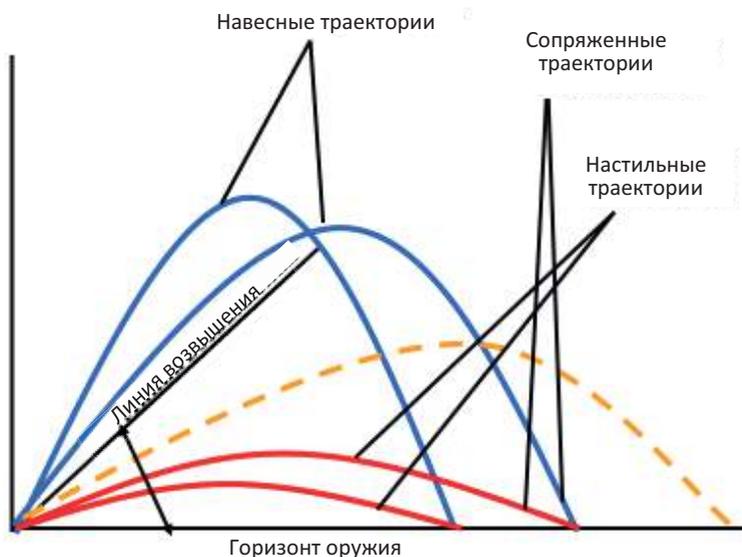


Рис. 10.17. Виды траекторий

Настильные траектории – траектории, получаемые при углах возвышения, меньших углов наибольшей дальности.

Навесные траектории – траектории, получаемые при углах возвышения, больших углов наибольшей дальности.

Сопряженные траектории – траектории, имеющие одинаковую горизонтальную дальность при разных углах возвышения, при ведении огня из одного и того же оружия.

Настильные траектории играют решающую роль при стрельбе по целям, выступающим над поверхностью земли. Чем настильнее траектория, тем на большем протяжении местности цель может быть поражена с одной установкой прицела (тем меньшее влияние на результаты стрельбы оказывают ошибки в определении установки прицела).

Настильность траектории характеризуется наибольшим ее превышением над линией прицеливания. При заданной дальности траектория тем более настильна, чем меньше она поднимается над линией прицеливания.

При стрельбе из стрелкового оружия и гранатометов используются только настильные траектории.

Навесные траектории дают хорошую возможность поражать цели за укрытиями и в глубоких складках местности, а также разрушать потолочные перекрытия сооружений. Применение навесных траекторий для поражения открыто расположенных и движущихся целей дает значительно меньший эффект (по сравнению с настильными траекториями), так как время полета снаряда по навесной траектории значительно больше времени полета снаряда на эту же дальность по настильной траектории.

Эти различные тактические свойства настильных и навесных траекторий нужно учитывать при организации системы огня.

Если бы траектория имела вид прямой линии, то не нужно было бы измерять расстояние до цели и устанавливать соответствующий прицел. Для того чтобы поразить цель, достаточно было бы совместить нулевую линию прицеливания с целью и направить ствол оружия в цель.

Однако траектория полета снаряда представляет собой кривую линию и поэтому решение задачи представляет собой определенные трудности.

Но все же, если вести стрельбу на такие дальности, когда вершина траектории не поднимается выше цели данной высоты, криволинейность ее не оказывает влияния на результат стрельбы.

10.2.2. Прямой выстрел.

Поражаемое, прикрытое и мертвое пространства

Прямой выстрел – выстрел, при котором траектория не поднимается над линией прицеливания выше цели на всем своем протяжении.

Явление прямого выстрела представлено на рисунке 10.18, характеризуется высотой цели и дальностью прямого выстрела.

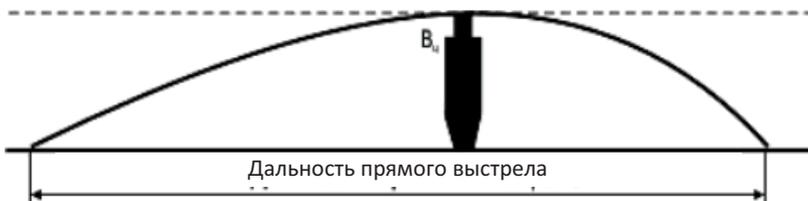


Рис. 10.18. Прямой выстрел

Дальность прямого выстрела – такая дальность стрельбы, при которой траектория пули (гранаты) не превышает высоту цели на всем своем протяжении.

В пределах дальности прямого выстрела в напряженные моменты боя стрельба может вестись без перестановки прицела, при этом точка прицеливания по высоте, как правило, выбирается по нижнему краю цели. Она зависит от высоты цели и настильности траектории.

Явление прямого выстрела используют в подвижных маневренных боевых действиях при дефиците времени, когда нужно все время двигаться, некогда выставлять прицел по дальности, и неважно, куда будет поражен противник (идущих на вас в атаку противников будет очень много), важно, чтобы он до вас не дошел. В таких условиях прицеливаться в голову – ненужная роскошь. Важнее стрелять почаще, чтобы атака неприятеля быстрее захлебнулась.

Следовательно, **практическое значение прямого выстрела** состоит в том, что он дает возможность **поражать цели в пределах своей дальности с одной установкой прицела**.

Каждый стрелок (автоматчик, пулеметчик, гранатометчик, артиллерист и танкист) **должен знать величину дальности прямого выстрела по различным целям из своего вида оружия**.

Зоны сплошного огня перед передним краем обороны, а также перед второй позицией строятся с учетом дальности прямого выстрела из индивидуальных образцов стрелкового оружия (ручной пулемет, автомат).

При выборе открытых огневых позиций для вооружения боевых машин исходят из того, чтобы они могли успешно вести борьбу с легко бронированными целями противника в пределах дальности прямого выстрела ПТУР с танками противника.

При стрельбе по целям, которые находятся на расстояниях, превышающих дальность прямого выстрела, траектория вблизи ее вершины поднимается выше цели, и цель на каком-то участке не будет поражаться при той же установке прицела. Однако около цели будет пространство (расстояние) на котором траектория пули не поднимается выше цели, и цель будет поражаться, как показано на рисунке 10.19.

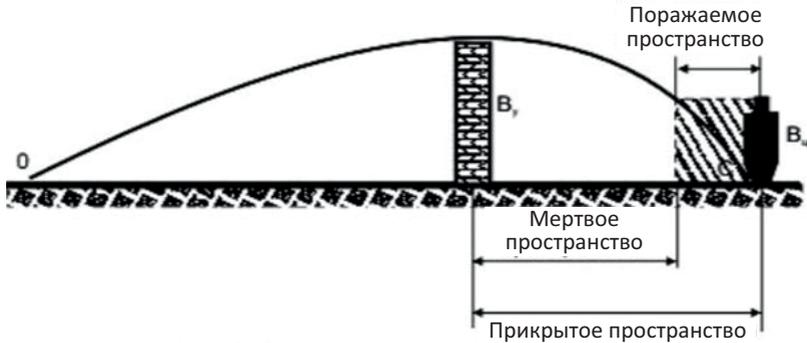


Рис. 10.19. Поражаемое, прикрытое и мертвое пространство.

Расстояние на местности, на протяжении которого нисходящая ветвь траектории не превышает высоты цели, называется **поражаемым пространством** (глубиной поражаемого пространства).

Она зависит от высоты цели (чем выше цель, тем она будет больше), настильности траектории (чем настильнее траектория, тем она будет больше) и угла наклона местности (на переднем скате она уменьшается, на обратном – увеличивается).

При стрельбе из оружия настильного огня на пересеченной местности образуется большое количество прикрытых пространств. Прикрытые пространства позволяют, с одной стороны, скрытно располагать свои огневые средства и боевую технику, а также производить маневр своих подразделений. С другой стороны, они затрудняют ведение огня по противнику, который также стремится наилучшим образом использовать защитные свойства местности.

Наибольших успехов в этом единоборстве на поле боя достигнет тот командир, который лучше знает теорию и практику использования местности.

Пространство за укрытием, не пробиваемым пулей (снарядом), от его гребня до точки встречи называется **прикрытым пространством**.

Прикрытое пространство создается определенным местным предметом (см. рис. 10.19). Поэтому оно рассматривается, как протяжение местности за непробиваемым укрытием, на которую при данных условиях не может упасть ни одна пуля (снаряд).

Это и обеспечивает целям, находящимся в пределах этого пространства, определенную гарантию от поражения огнем противника.

Величина прикрытого пространства зависит от высоты укрытия и угла встречи, расположения укрытия относительно вершины траектории.

Чем выше укрытие, тем больше величина прикрытого пространства и, наоборот, чем ниже укрытие, тем меньше его величина в данных условиях стрельбы.

Для увеличения угла встречи и, следовательно, уменьшения величины прикрытого пространства, как показано на рисунке 10.20, выбирают огневые позиции на высотах, крышах домов и т. д. Однако при этом следует учитывать, что увеличение угла встречи приводит к резкому уменьшению поражаемого пространства на наклонной местности.

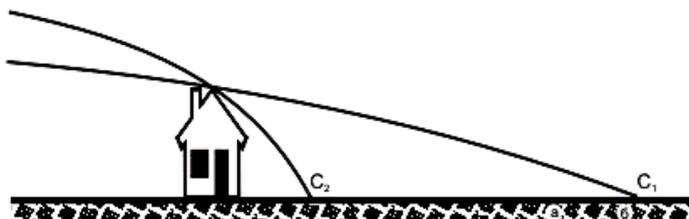


Рис. 10.20. Зависимость прикрытого пространства от угла встречи.

На высоких местах особенно выгодно располагать снайперов и отличных стрелков, так как при стрельбе одиночными выстрелами по отдельным целям поражаемое пространство на наклонной местности не имеет практического значения. Уменьшение же прикрытых пространств позволяет снайперам в больших пределах применять меткий огонь своего оружия.

За укрытием есть и другой участок, на котором цель не может быть поражена.

Часть прикрытого пространства, на котором цель не может быть поражена при данной траектории, называется **мертвым пространством** (см. рис. 10.19).

Мертвое пространство будет тем больше, чем больше высота укрытия, меньше высота цели и настильнее траектория.

Мертвое пространство находится как разность глубины прикрытого пространства и поражаемого пространства на наклонной местности.

Знание величины прикрытого и мертвого пространства позволяет правильно использовать укрытия для защиты от огня противника, а также принимать меры для уменьшения мертвых пространств путем правильного выбора огневых позиций и обстрела целей из оружия с более навесной траекторией.

10.2.3. Влияние условий стрельбы на полет пули

Для достижения определенной дальности стрельбы стволу оружия необходимо придать угол возвышения. Величина этого угла зависит от: расстояния до цели, начальной скорости, веса снаряда, его баллистического коэффициента, состояния атмосферы и т. д.

Влияние всех этих факторов при стрельбе учесть одновременно невозможно. Поэтому, рассчитывая прицелы для оружия, допускают, что величина угла прицеливания зависит только от дальности стрельбы. Все остальные величины учитываются поправками относительно нормальных или табличных условий стрельбы.

За нормальные (табличные) условия приняты следующие.

Метеорологические условия. Атмосферное (барометрическое) давление на горизонте оружия 750 мм рт. ст. (100 кПа). Температура воздуха на горизонте оружия +15° С. Относительная влажность воздуха 50% (относительной влажностью называется отношение количества водяных паров, содержащихся в воздухе, к наибольшему количеству водяных паров, которое может содержаться в воздухе при данной температуре). Ветер отсутствует (атмосфера неподвижна).

Баллистические условия. Вес пули, начальная скорость и угол вылета равны значениям, указанным в таблицах стрельбы. Температура заряда +15°С. Форма пули (снаряда) соответствует установленному чертежу. Высота мушки установлена по данным приведения оружия к нормальному бою. Высоты (деления) прицела соответствуют табличным углам прицеливания.

Топографические условия. Цель находится на горизонте оружия. Боковой наклон оружия отсутствует.

При стрельбе в нормальных условиях установка прицела соответствует величине прицельной дальности, как на рисунке 10.21.

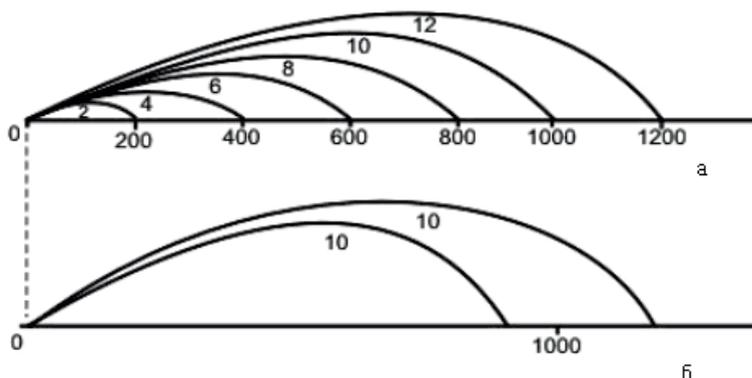


Рис. 10.21. Зависимость дальности стрельбы от метеорологических условий: а) при нормальных условиях табличная установка прицела соответствует прицельной дальности стрельбы; б) при отклонении условий стрельбы от нормальных установка прицела не соответствует прицельной дальности

Например, если произвести выстрел с установкой прицела, соответствующего дальности в 1000 м, то снаряд пересечет линию прицеливания на удалении 1000 м от точки вылета.

При отклонении условий стрельбы от нормальных (см. рис. 10.21) может возникнуть необходимость определения и учета поправок дальности и направления стрельбы. К основным факторам, вызывающим отклонения снарядов, относятся: атмосферное давление; плотность воздуха; ветер; влажность воздуха; производственные погрешности.

С увеличением атмосферного давления плотность воздуха увеличивается, вследствие чего возрастает сила сопротивления воздуха и уменьшается дальность полета пули (гранаты). При повышении местности на каждые 100 м атмосферное давление понижается в среднем на 9 мм.рт.ст. При стрельбе из стрелкового оружия на равнинной местности поправки дальности на изменение атмосферного давления незначительные и не учитываются.

В горных условиях при высоте местности над уровнем моря 2000 м и более эти поправки необходимо учитывать при стрельбе, руководствуясь установленными правилами.

Плотность воздуха при повышении окружающей температуры уменьшается, вследствие чего уменьшается сила сопротивления воздуха и увеличивается дальность полета пули (гранаты). При подъеме на каждые 100 м температура понижается на 3°C.

Влияние ветра на полет пули (гранаты) зависит от направления ветра относительно плоскости стрельбы и его скорости: при попутном ветре пуля полетит дальше, чем при безветрии; при встречном ветре дальность полета пули уменьшится; продольный (попутный, встречный) ветер на полет пули оказывает незначительное влияние; боковой ветер оказывает давление на боковую поверхность пули и отклоняет ее в сторону от плоскости стрельбы.

С увеличением влажности воздуха плотность его уменьшается, а дальность полета пули (гранаты) увеличивается. *Необходимо помнить, что влажность воздуха зависит от количества водяных паров, содержащихся в нем, а не от количества воды, поэтому туман и дождь к рассматриваемому вопросу отношения не имеют.*

Производственные погрешности в весе пули (снаряда, гранаты) могут достигать 3% и более. С увеличением веса начальная скорость уменьшается, но при этом увеличивается поперечная нагрузка (отношение массы снаряда к площади его поперечного сечения), которая способствует большей дальности полета.

В процессе боевого использования оружия наблюдается падение начальной скорости пули вследствие износа канала ствола. При этом, чем меньше начальная скорость, тем меньше дальность полета пули (гранаты).

Внутренняя и внешняя баллистика взаимосвязаны. Необходимо, чтобы не только командиры, но и все военнослужащие разбирались в различных категориях баллистики. Это позволит диагностировать неисправность оружия и принять меры к продлению его жизни (внутренняя баллистика), обеспечить высокую вероятность поражения движущейся цели на основе скорректированной точки прицеливания (внешняя баллистика), а следовательно – выполнить поставленную огневую задачу и боевую задачу в целом.

Вопросы для контроля и самопроверки

1. Что изучает внутренняя баллистика?
2. Что называется выстрелом?
3. Чем определяется длительность периодов выстрела?
4. Что такое начальная скорость полета пули?
5. От чего зависит величина начальной скорости полета пули?
6. Что такое плотность заряжания?
7. Что такое отдача оружия?
8. Что такое угол вылета?
9. Что такое износ ствола?
10. Каковы причины износа ствола?
11. Что такое живучесть ствола?
12. Какие меры применяют для увеличения живучести ствола?
13. Что изучает внешняя баллистика?
14. Что такое траектория полета пули?
15. Какие факторы оказывают влияние на пулю в полете?
16. Что такое деривация?
17. Каковы причины образования деривации?
18. Что такое горизонт оружия?
19. Что такое линия прицеливания?
20. Что такое линия бросания?
21. Что такое восходящая ветвь траектории?
22. Что такое нисходящая ветвь траектории?
23. Что такое угол бросания?
24. Какие траектории являются настильными?
25. Какие траектории являются навесными?
26. Какие траектории являются сопряженными?
27. Что понимают под прямым выстрелом?
28. Какова дальность прямого выстрела?
29. Что понимают под поражаемым пространством?
30. Что понимают под прикрытым пространством?
31. Что понимают под мертвым пространством?
32. Какие факторы оказывают влияние на стрельбу по цели?

11. Пистолет Макарова

Пистолет – это стрелковое оружие, конструктивно предназначенное для удержания и управления при стрельбе одной рукой.

В результате изучения опыта применения личного оружия во второй мировой войне в 1945 году был объявлен конкурс на разработку нового пистолета взамен 7,62-мм пистолета ТТ (Тульский Токарева). Военные представители хотели увидеть пистолет в двух калибрах: 7,62 мм и 9 мм, но остановились на калибре 9 мм под патрон 9x18 мм с энергией пули в 300 Дж (создатель патрона Б.В. Семин), которая обладала лучшим останавливающим действием.

В проектировании пистолетов приняли участие Ф.В. Токарев, С.Г. Симонов, С.А. Коровин, П.В. Воеводин, И.И. Раков, Н.Ф. Макаров и другие. В конкурсе приняли участие и зарубежные пистолеты: FN model 1910/22, Beretta M1934, Sauer 38H, Mauser HSc, Walther PP.



Николай Федорович Макаров
(9 (22) мая 1914 – 13 мая 1988)

Во время полигонных испытаний лучшие результаты показал 9-мм пистолет Макарова, выпуск которого был освоен уже в 1949 году на Ижевском механическом заводе, где была изготовлена пробная партия из 5000 пистолетов.

Как вспоминал сам конструктор Николай Федорович Макаров: «Достаточно сказать, что я в то время работал ежедневно, практически без выходных дней, с восьми часов утра и до двух-трех часов ночи, в результате чего я доработывал и расстреливал образцов в два, а то и в три раза больше, чем мои соперники, что, безусловно, дало возможность в совершенстве отработать надежность и живучесть».

В 1951 году пистолет официально поступил на вооружение Советской Армии под наименованием «9-мм пистолет Макарова (ПМ)».

Пистолет Макарова сконцентрировал в себе ряд передовых идей того времени. В нем удачно сочеталась мощность патрона с относительно малыми массой и габаритами оружия. Пистолет является самозарядным оружием, позволяет вести только одиночный огонь, прост по устройству и в обращении, мал по своим размерам, удобен для ношения и всегда готов к действию, является личным оружием офицерского состава Вооруженных Сил и сотрудников силовых структур государства.

За основу по созданию пистолета Макарова был взят немецкий пистолет Walther PP образца 1927 года имевший положительные отзывы оружейников.

Пистолет Макарова сильно отличается от своего предшественника:

в нем была решена проблема перекоса патрона при подаче в патронник. подача патрона из магазина стала максимально близка к высоте патронника;

кнопка отделения магазина была переделана в защелку, которая располагается снизу рукоятки, что делало случайное выпадение магазина маловероятным;

в конструкцию пистолета была добавлена затворная задержка, что дает огромный плюс при перезарядке пистолета новым магазином, а также сигнализирует стрелку, что патроны закончились.

Николаю Федоровичу Макарову удалось добиться того, что пистолет находясь в разных климатических условиях эксплуатации при реальных боевых действиях оставался безотказным и спасал жизнь его владельцам.

Пистолет Макарова прошел реальные боевые испытания во Вьетнаме, Афганистане, в других конфликтах, где после длительного отсутствия ухода оставался надежным и готовым к бою.

Назначение и боевые свойства пистолета Макарова, его общее устройство, работа частей и механизмов, разборка и сборка, осмотр и подготовка к стрельбе, уход и сбережение изложены в [2, 5, 7], других источниках и приведены ниже.

11.1. Назначение и боевые свойства

9-мм пистолет Макарова является личным оружием нападения и защиты, предназначенным для поражения противника на коротких расстояниях.

Для однозначного понимания содержания материала, изложенного ниже, введем следующие определения.

Тактико-технические характеристики (ТТХ) – это совокупность качественных и количественных параметров (характеристик) изделия военной техники или вооружения, описывающая его свойства (как эксплуатационные, так и боевые).

Боевые свойства – это совокупность количественных и качественных показателей, характеризующих способность оружия к выполнению огневых задач в установленные сроки и в конкретных условиях.

Боевая скорострельность – способность оружия произвести определенное число выстрелов за единицу времени с учетом времени на перезарядку, наводку и корректировку огня.

Предельная дальность полета боеприпаса – кратчайшее расстояние от точки вылета до точки падения.

Дальность наиболее эффективного огня – расстояние, на котором поражающие свойства пули достаточны для надежного поражения цели.

Основные тактико-технические характеристики пистолета Макарова, описывающие его боевые и эксплуатационные свойства приведены в таблице 11.1.

Таблица 11.1

Тактико-технические характеристики пистолета Макарова

Наименование показателя (характеристики)	Значение
Боевые свойства	
Калибр, мм	9
Боевая скорострельность, выс/мин.	30
Нач. скорость полета пули, м/с	315
Предельная дальность, м	800

Наименование показателя (характеристики)	Значение
Убойное действие пули, м.	350
Прицельная дальность, м.	50
Ресурс ствола (выстр.)	10000
Емкость магазина (патр.)	8
Эксплуатационные свойства	
Число нарезов в стволе	4
Длина пистолета, см	16,1
Высота пистолета, см	12,68
Длина ствола, см	9,3
Масса пистолета с магазином без патронов, кг	0,73
Масса снаряженного пистолета, кг.	0,81
Масса патрона, г	10
Масса пули, г	6,1

11.2. Устройство

9-мм пистолета Макарова состоит из следующих основных частей и механизмов:

- рамки со стволом и спусковой скобой;
- затвора с ударником, выбрасывателем и предохранителем;
- возвратной пружины;
- ударно-спускового механизма (курок, шептало, спусковая тяга с рычагом взвода, спусковой крючок);
- рукоятки с винтом;
- затворной задержки;
- магазина.

К каждому пистолету прилагается **принадлежность**: запасный магазин, протирка, кобура, пистолетный ремешок.

Части, механизмы и принадлежность 9-мм пистолета Макарова представлены на рисунке 11.1.



Рис. 11.1. Части, механизмы и принадлежность 9-мм пистолета Макарова

11.3. Назначение частей и механизмов.



Рис. 11.2. Рамка со стволом и спусковой скобой

Рамка со стволом и спусковой скобой представлена на рисунке 11.2.

Рамка предназначена для соединения всех частей и механизмов в единое целое. Рамка с основанием рукоятки составляет одно целое.

Ствол предназначен для направления полета пули и придания ей вращательного движения.

Внутри ствол имеет канал с четырьмя нарезами, выщипанная слева вверх направо. Нарезы служат для сообщения пуле вращательного движения. Промежутки между нарезами называются полями. Расстоянием между двумя противоположными полями (по диаметру) определяется калибр канала ствола, *он равен 9 мм*.

С казенной части канал ствола гладкий и большего диаметра. Он служит для помещения патрона и называется патронником. Патронник имеет уступ. На казенной части ствола имеется прилив для крепления ствола к стойке рамки и отверстие для штифта ствола. На приливе и в нижней части патронника имеется скос для направления патрона из магазина в патронник.

Наружная поверхность ствола гладкая. На ствол надевается возвратная пружина. Ствол соединяется с рамкой пресовой посадкой и закрепляется штифтом.

Основание рукоятки предназначено для крепления рукоятки, боевой пружины и для помещения магазина. Оно имеет:

боковые окна (правое и левое) для уменьшения веса пистолета; нижнее окно для вставления магазина, на задней стенке – прилив с резьбовым отверстием для крепления боевой пружины с помощью задвижки и рукоятки с помощью винта, внизу – вырез для защелки магазина;

в передней стенке – прилив с гнездом для крепления спусковой скобы к рамке с помощью оси.

Спусковая скоба предназначена для предохранения хвоста спускового крючка от нечаянного нажатия на него. Она имеет на переднем конце прилив для ограничения хода затвора при движении назад.

Затвор с ударником, выбрасывателем и предохранителем представлен на рисунке 11.3.

Затвор предназначен для подачи патрона из магазина, запираания канала ствола при выстреле, извлечения гильзы и постановки курка на боевой взвод.

Снаружи затвор имеет: мушку для прицеливания, по-



Рис. 11.3. Затвор с ударником, выбрасывателем и предохранителем

перечный паз для целика; насечку между мушкой и целиком для исключения отсвечивания поверхности затвора при прицеливании; на правой стороне – окно выбрасывания гильзы (патрона); паз для выбрасывателя, гнездо для гнетка с пружиной выбрасывателя; с левой стороны – гнездо для предохранителя и две выемки для фиксатора предохранителя (верхнюю – для положения флажка «предохранение» и нижнюю – для положения флажка «огонь»); с обеих сторон – насечку для удобства отведения затвора рукой; на заднем конце затвора – паз для прохода курка.

Внутри затвор имеет: канал для помещения ствола с возвратной пружиной; продольные выступы для направления движения затвора по рамке; зуб для постановки затвора на затворную задержку; гребень; паз для отражателя; паз для разобщающего выступа рычага взвода; чашечку для помещения дна гильзы; досылатель для досылания патрона из магазина в патронник; выступ для разобщения рычага взвода с шепталом; выем для помещения разобщающего выступа рычага взвода при нажатом спусковом крючке; на правой стороне гребня затвора имеется выем, предназначенный для разобщения шептала с рычагом взвода при снятии затвора с затворной задержки при нажатом спусковом крючке; канал для помещения ударника.

Ударник предназначен для разбития капсюля. Он имеет: в передней части – боек, в задней части – срез для предохранителя, который удерживает ударник в канале затвора. Ударник изготавливается трехгранным с целью уменьшения его веса и уменьшения трущихся поверхностей.

Выбрасыватель предназначен для удержания гильзы (патрона) в чашечке затвора до встречи с отражателем. Он имеет зацеп, который заскакивает в кольцевую проточку гильзы и удерживает гильзу (патрон) в чашечке затвора, и пяточку для соединения с затвором. Выбрасыватель вставляется в паз в затворе.

Гнеток с пружиной выбрасывателя вставляется в гнездо в затворе. Под действием пружины зацеп выбрасывателя все время наклонен к чашечке затвора.

Предохранитель предназначен для обеспечения безопасности обращения с пистолетом. Он имеет: флажок для перевода предохранителя из положения «огонь» в положение «предохранение» и

обратно; фиксатор для удержания предохранителя в приданном ему положении; ребро для запираания затвора с рамкой при постановке предохранителя в положение «предохранение»; зацеп для запираания курка в положении «предохранение». Предохранитель вставляется в гнездо затвора.

Целик вместе с **мушкой** предназначены для прицеливания.

Возвратная пружина предназначена для возвращения затвора в переднее положение, представлена на рисунке 11.4.

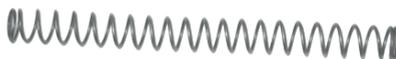


Рис. 11.4. Возвратная пружина

Крайний виток одного из концов пружины имеет меньший диаметр по сравнению с другими витками. Этим витком пружина при сборке надевается на ствол, чтобы обеспечить ее надежное удержание на стволе при разборке пистолета. Пружина, надетая на ствол, помещается вместе с ним в канале затвора.

Ударно-спусковой механизм предназначен для нанесения удара по капсюлю патрона и воспламенения порохового заряда, а также обеспечения управления началом и окончанием стрельбы, представлен на рисунке 11.5.



Рис. 11.5. Ударно-спусковой механизм

Курок предназначен для нанесения удара по ударнику. Он имеет: сверху – головку с насечкой для взведения курка рукой; на передней плоскости – вырез для обеспечения свободного хода курка при спуске его с боевого взвода; выем для зацепа предохранителя; по бокам – цапфы, на которых вращается курок; справа – зуб самовзвода для взведения курка рычагом взвода; слева – выступ для запираания курка предохранителем; снизу – углубление для широкого пера боевой пружины.

Шептало предназначено для удержания курка на боевом и предохранительном взводе. Оно имеет: слева – зуб для подъема

шептала полочкой уступа предохранителя при переводе предохранителя в положение «предохранение»; справа – выступ, на который действует рычаг взвода при спуске курка. На левой цапфе шептала надета пружина. Свободный конец пружины изогнут в виде крючка для соединения с затворной задержкой.

Спусковая тяга с рычагом взвода предназначена для спуска курка с боевого взвода и взведения курка при нажатии на хвост спускового крючка. Передней цапфой она соединяется со спусковым крючком, а задней – с рычагом взвода. Рычаг взвода имеет: разоб-щающий выступ, с помощью которого он расцепляется с шепталом при движении затвора назад; вырез для выступа шептала; выступ самовзвода, который взводит курок при нажиме на хвост спускового крючка; пяточку, на которую опирается узкое перо боевой пружины. Пяточка рычага взвода помещается в кольцевом выеме курка.

Спусковой крючок предназначен для спуска курка с боевого взвода и взведения курка при стрельбе самовзводом. Он имеет: цапфы, которые помещаются в цапфенные гнезда рамки; отверстие для соединения со спусковой тягой и хвост. Спусковой крючок своей головкой вставляется в окно стойки рамки.

Боевая пружина предназначен для приведения в действие курка, рычага взвода и спусковой тяги. Она имеет: широкое перо для действия на курок; узкое перо для действия на рычаг взвода и спусковую тягу. Нижний конец боевой пружины является защелкой магазина. Конец широкого пера боевой пружины изогнут для обеспечения «отбоя» курка, т. е. для постановки курка на предохранительный взвод в спущенном положении. Боевая пружина крепится на основании рукоятки задвижкой.



Рис. 11.6. Рукоятка с винтом

Рукоятка с винтом предназначена для прикрытия боковых окон и задней стенки рукоятки, удобства удержания пистолета в руке, представлена на рисунке 11.6. Она имеет: отверстие для винта, который крепит рукоятку к основанию рукоятки; антабку для пристегивания пистолетного ремешка, пазы для свободного надвигания рукоятки на основание рукоятки; в задней стенке – выем для защелки магазина.

Рукоятка изготовлена из пластмассы. Винт рукоятки служит для крепления рукоятки и задвижки на основании рукоятки.

Затворная задержка предназначена для удержания затвора в заднем положении при израсходовании всех патронов в магазине, представлена на рисунке 11.7. Она имеет: в передней части – выступ для удержания затвора в заднем положении; кнопку с насечкой для освобождения затвора нажатием руки; в верхней части – отражатель для отражения наружу гильз (патронов) через окно в затворе. Затворная задержка передней частью вставляется в вырез в левой стенке рамки.



Рис. 11.7. Затворная задержка

Магазин предназначен для помещения патронов и подачи их на линию досылания, представлен на рисунке 11.8.



Рис. 11.8. Магазин

Корпус магазина соединяет все части магазина. Верхние края боковых стенок корпуса загнуты внутрь для удержания патронов и подавателя, а также для направления патронов при подаче их в патронник затвором. Магазин вставляется в основание рукоятки через нижнее окно.

Подаватель предназначен для подачи патронов. Он имеет два отогнутых конца, которые направляют движение его в корпусе магазина. На одном из отогнутых концов подавателя с левой стороны имеется зуб для включения затворной задержки по израсходовании всех патронов из магазина.

В принадлежность к пистолету, представленную на рисунке 11.9, входят: кобура, протирка, запасный магазин, пистолетный ремешок.

Кобура предназначена для ношения и хранения пистолета, запасного магазина и протирки.

Протирка используется для разборки, сборки, чистки и смазки пистолета.



Рис. 11.9. Принадлежность

Пистолетный ремешок обеспечивает крепление пистолета к поясному (брючному) ремню.

11.4. Работа автоматики пистолета

Пистолет – оружие самозарядное, так как его перезаряжание во время стрельбы производится автоматически.

Работа автоматики пистолета основана на принципе использования энергии отдачи при коротком откате затвора и жестком запирании ствола (запирание ствола осуществляется перекосом затвора в вертикальной плоскости, одним большим выступом в казенной части за окно для выброса гильз в затворе).

Затвор со стволом сцепления не имеет. Надежность запирания канала ствола при выстреле достигается большой массой затвора и силой возвратной пружины.

Благодаря наличию в пистолете самовзводного ударно-спускового механизма куркового типа можно быстро открывать огонь непосредственным нажатием на хвост спускового крючка без предварительного взведения курка.

Безопасность обращения с пистолетом обеспечивается надежно действующими предохранителями. Пистолет имеет предохранитель, расположенный на левой стороне затвора. Кроме того, курок автоматически становится на предохранительный взвод под действием боевой пружины после спуска курка («отбой» курка) и при отпущенном спусковом крючке. Курок под действием изогнутого (отбойного) конца широкого пера боевой пружины повернут на некоторый угол от затвора (это есть «отбой» курка) так, что носик шептала находится впереди предохранительного взвода курка. После того как спусковой крючок будет отпущен, спусковая тяга под действием узкого пера боевой пружины продвинется в заднее крайнее положение. Рычаг взвода и шептало опустятся вниз, шептало под действием своей пружины прижмется к курку и автоматически курок встанет на предохранительный взвод.

Для производства выстрела необходимо нажать указательным пальцем на спусковой крючок. Курок при этом наносит удар по ударнику, который разбивает капсулю патрона. В результате этого

воспламеняется пороховой заряд и образуется большое количество пороховых газов. Пуля давлением пороховых газов выбрасывается из канала ствола. Затвор под давлением газов, передающихся через дно гильзы, отходит назад, удерживая выбрасывателем гильзу и сжимая возвратную пружину. Гильза при встрече с отражателем выбрасывается наружу через окно затвора. Затвор при отходе в крайнее заднее положение поворачивает курок на цапфах назад и ставит его на боевой взвод. Отойдя назад до отказа, затвор под действием возвратной пружины возвращается вперед. При движении вперед затвор досылателем продвигает из магазина очередной патрон и досылает его в патронник. Канал ствола заперт свободным затвором; пистолет снова готов к выстрелу.

Для производства следующего выстрела нужно отпустить спусковой крючок, а затем снова нажать на него. Так стрельба будет вестись до полного израсходования патронов в магазине. По израсходовании всех патронов из магазина затвор становится на затворную задержку и остается в заднем положении.

11.5. Работа частей и механизмов

Части и механизмы пистолета до заряжания находятся в следующих положениях.

Затвор под действием возвратной пружины – в крайнем переднем положении; чашечка затвора упирается в казенный срез ствола, в результате чего ствол заперт свободным затвором. Продольные выступы затвора входят в пазы, имеющиеся в задней части рамки. Затвор с рамкой заперт ребром предохранителя.

Курок под действием широкого пера боевой пружины спущен и упирается передней плоскостью в выступ предохранителя так, что не может продвинуться вперед.

Шептало полочкой уступа на оси предохранителя поднято вверх и удерживается в таком положении так, что между предохранительным взводом курка и носиком шептала имеется небольшой зазор.

Спусковая тяга с рычагом взвода под действием узкого пера боевой пружины отведена в крайнее заднее положение; рычаг взвода утоплен в рамку и его выступ самовзвода сцеплен с зубом самовзвода

да курка так, что при нажатии на хвост спускового крючка курок не взводится, но имеет некоторый свободный ход назад.

Магазин вставлен в основание рукоятки. Подаватель находится сверху и упирается в гребень затвора. Зуб подавателя нажимает на затворную задержку.

Флажок предохранителя находится в положении «предохранение». При этом выступ предохранителя опущен вниз и соприкасается с передней плоскостью курка; полочка уступа на оси предохранителя действием на зуб шептала поднимает вверх шептало и удерживает его в этом положении; зацеп предохранителя входит в выем курка и, упираясь в его выступ, запирает курок в положении «предохранение» так, что он не может быть взведен; ребро предохранителя зашло за левый выступ рамки и запирает затвор с рамкой.

11.5.1. Работа частей и механизмов при зарядании

Для зарядания пистолета необходимо: снарядить магазин патронами; вставить магазин в основание рукоятки; выключить предохранитель (повернуть флажок вниз); отвести затвор в крайнее заднее положение и резко отпустить его.

При снаряжении магазина патроны ложатся на подавателе один на другой в один ряд, сжимая пружину подавателя; по мере наполнения магазина патронами пружина подавателя сжимается и, нажимая на подаватель снизу, поднимает патроны вверх. Верхний патрон удерживается загнутыми краями боковых стенок корпуса магазина.

Если вставить снаряженный магазин в основание рукоятки, защелка магазина заскакивает за выступ на стенке магазина и удерживает магазин в основании рукоятки. Верхний патрон упирается в гребень затвора. Подаватель находится внизу, его зуб не действует на затворную задержку.

При выключении предохранителя (повороте флажка вниз) выступ предохранителя поднимается и освобождает курок. При повороте предохранителя его зацеп, выходя из выема курка, освобождает выступ курка, чем обеспечивается свободное отведение курка назад. Полочка уступа на оси предохранителя освобождает шептало, которое опускается под действием своей пружины несколько вниз, и носик шептала становится впереди предохранительного взвода

курка (курок становится на предохранительный взвод). При повороте предохранителя его ребро выходит из-за левого выступа рамки и разъединяет затвор с рамкой. При этом затвор может быть отведен рукой назад.

При отведении затвора назад происходит следующее.

Затвор, двигаясь по продольным пазам рамки, поворачивает курок. Шептало под действием пружины заскакивает своим носиком за боевой взвод курка. Движение затвора назад ограничивается гребнем спусковой скобы. Возвратная пружина находится в наибольшем сжатии.

Курок при повороте передней частью кольцевого выема смещает спусковую тягу с рычагом взвода вперед и несколько вверх, благодаря чему выбирается часть свободного хода спускового крючка. При подъеме рычага взвода вверх его вырез подходит к выступу шептала.

Подаватель магазина под действием пружины подавателя поднимает патроны вверх так, что верхний патрон становится впереди досылателя затвора.



Рис. 11.10. Положение частей и механизмов пистолета перед выстрелом: 1 – затвор; 2 – выбрасыватель; 3 – возвратная пружина; 4 – спусковой крючок; 5 – спусковая тяга; 6 – магазин; 7 – боевая пружина; 8 – шептало с пружиной; 9 – рычаг взвода; 10 – курок

При отпущении затвора возвратная пружина посылает затвор вперед. Двигаясь по продольным пазам рамки, затвор досылателем продвигает верхний патрон в патронник. Патрон, скользя по загнутым краям боковых стенок корпуса магазина и по скосу на приливе ствола и в нижней части патронника, входит в патронник и упирается передним срезом гильзы в уступ патронника; канал ствола заперт свободным затвором. Второй патрон под действием пружины подавателя поднимается подавателем вверх до упора в гребень затвора.

Если выстрела производить не требуется, то, не спуская курка с боевого взвода, следует включить предохранитель, повернув его флажок вверх до отказа так, чтобы красный кружок закрылся флажком предохранителя.

11.5.2. Работа частей и механизмов заряженного пистолета при включении предохранителя

При повороте флажка выступ предохранителя опускается и до начала подъема шептала встает на пути движения курка; ось предохранителя полочкой уступа поднимает шептало, вследствие чего шептало поворачивается и освобождает курок; курок под действием широкого пера боевой пружины поворачивается и наносит удар по выступу предохранителя; ребро предохранителя, поворачиваясь, заходит за левый выступ рамки и запирает затвор с рамкой. Зацеп предохранителя, опускаясь, входит в выем курка и запирает его так, что взвести курок невозможно.

Если в этом положении выключить предохранитель, то курок благодаря «отбою» автоматически становится на предохранительный взвод. В этом случае пистолет готов к немедленному открытию огня самовзводом.

Безопасность обращения с пистолетом при случайных ударах обеспечивается автоматической постановкой курка на предохранительный взвод.

Если спуск курка производится не предохранителем, а вручную, т. е. нажатием на хвост спускового крючка указательным пальцем правой руки с придержанием за головку курка большим пальцем этой же руки, то курок после освобождения спускового крючка также автоматически (благодаря «отбою») становится на предохранительный взвод.

11.5.3. Работа частей и механизмов пистолета при выстреле

Для производства выстрела необходимо выключить предохранитель, взвести курок и нажать пальцем руки на хвост спускового крючка.

При нажатии пальцем на хвост спускового крючка спусковая тяга смещается вперед, а рычаг взвода, соединенный с задним концом спусковой тяги, поворачивается на задней цапфе спусковой тяги и поднимается до тех пор, пока не упрется своим вырезом в выступ шептала; затем рычаг взвода приподнимает шептало и расцепляет его с боевым взводом курка. Разобщающий выступ рычага взвода входит в выем затвора.

Курок освобождается от шептала и под действием широкого пера боевой пружины резко поворачивается на цапфах вперед и резко ударяет по ударнику.

Ударник энергично двигается вперед и бойком разбивает капсюль патрона; происходит выстрел. Давлением образовавшихся газов пуля выбрасывается из канала ствола, в то же время газы давят на дно и стенки гильзы. Гильза расширяется и плотно прижимается к стенкам патронника. Давление газов на дно гильзы передается на затвор, вследствие чего он движется назад.

После выстрела затвор от давления пороховых газов на дно гильзы отходит назад вместе с гильзой. В начале движения назад (на длине 3–5 мм) затвор своим выступом смещает разобщающий выступ рычага взвода вправо, расцепляя его тем самым с шепталом (происходит разобщение).

Освобожденное шептало под действием пружины прижимается к курку; когда курок повернется назад до отказа, носик шептала за-скакивает за боевой взвод курка и удерживает его до следующего выстрела.

При дальнейшем движении затвора назад разобщающий выступ рычага взвода скользит по пазу затвора; гильза, удерживаемая выбрасывателем в чашечке затвора, ударяется об отражатель и выбрасывается наружу через окно в стенке затвора.

Подаватель подает очередной патрон и ставит его перед досылателем затвора.

Затвор, дойдя до крайнего заднего положения, под действием возвратной пружины возвращается в переднее положение; затвор досылателем выталкивает из магазина очередной патрон и досылает его в патронник. Когда затвор дойдет до крайнего переднего положения и дошлет патрон в патронник, зацеп выбрасывателя заскикивает в кольцевую проточку гильзы.

Рычаг взвода упирается в шептало (сбоку), и разобщающий выступ его находится против выема на затворе. Пистолет готов к очередному выстрелу.

Для производства следующего выстрела необходимо отпустить хвост спускового крючка и снова нажать на него.

При отпуске хвоста спускового крючка спусковая тяга с рычагом взвода под действием узкого пера боевой пружины отходит назад, одновременно рычаг взвода опускается вниз и своим выступом заходит под выступ шептала.

При нажатии на хвост спускового крючка рычаг взвода поднимает шептало и снова освобождает курок от шептала. Происходит следующий выстрел.

Если затвор не дойдет до крайнего переднего положения (помят патрон), то разобщающий выступ рычага взвода не войдет в выем на затворе, вследствие чего рычаг взвода не войдет в сцепление с шепталом и при очередном нажатии на спусковой крючок не повернет шептало и не произведет спуска курка. Этим исключается возможность выстрела, если патрон не полностью дослан в патронник.

Если стрельба ведется без предварительного взведения курка, то при нажатии на хвост спускового крючка курок взводится автоматически. При этом рычаг взвода, войдя в сцепление своим выступом самовзвода с зубом самовзвода курка, взводит курок. Курок, становясь на боевой взвод (так как шептало в момент срыва оказывается приподнятым в верхнее положение выступом рычага взвода), срывается с выступа самовзвода рычага взвода и ударяет по ударнику; происходит выстрел.

При израсходовании патронов из магазина подаватель магазина своим зубом поднимает передним концом затворной задержки вверх. Затвор, упираясь своим зубом в выступ затворной задержки, останавливается в заднем положении.

Курок поставлен на боевой взвод. Пружина подавателя имеет наименьшее сжатие. Затвор остается в заднем положении так же и после извлечения магазина из основания рукоятки пистолета, удерживаясь на затворной задержке.

Затвор освобождается от затворной задержки (при извлеченном или вставленном магазине) путем нажатия пальцем руки на кнопку затворной задержки.

11.6. Задержки при стрельбе из пистолета и способы их устранения

Пистолет при правильном обращении с ним, внимательном уходе и сбережении является надежным и безотказным оружием. Однако при длительной работе вследствие износа частей и механизмов, а чаще при неосторожном обращении и невнимательном уходе могут возникнуть задержки при стрельбе.

Для предупреждения задержек при стрельбе из пистолета и обеспечения безотказности работы пистолета необходимо:

- правильно подготавливать пистолет к стрельбе;
- своевременно и с соблюдением всех правил осматривать, чистить и смазывать пистолет;
- особенно тщательно следить за чистотой и смазкой трущихся частей пистолета;
- своевременно производить ремонт пистолета;
- перед стрельбой осматривать патроны; неисправные, ржавые и грязные патроны для стрельбы не применять;
- во время стрельбы и при передвижениях оберегать пистолет от загрязнения и ударов;
- перед заряданием, если пистолет перед стрельбой находился продолжительное время на сильном морозе, несколько раз энергично отвести затвор рукой и отпустить его, причем после каждого отведения и отпускания затвора производить спуск курка нажимом на хвост спускового крючка.

Если при стрельбе произойдет задержка, то ее нужно устранить перезаряданием пистолета. Если перезаряданием задержка не

устраняется, то необходимо выяснить причину задержки и устранить ее, как указано в таблице 11.2.

Таблица 11.2

Задержки при стрельбе из ПМ и способы их устранения

Задержки и их характеристика	Причины задержек	Способы устранения задержек
<p>Осечка Затвор в крайнем переднем положении, курок спущен, но выстрела не произошло.</p>	<p>Капсюль патрона неисправен. Сгущение смазки или загрязнение канала ударника. Не полностью ввинчен винт рукоятки (в пистолетах без задвижки боевой пружины). Мал выход ударника или забоины на бойке.</p>	<p>Перезарядить пистолет и продолжить стрельбу. Осмотреть и почистить пистолет. Ввинтить винт рукоятки до отказа. Отправить пистолет в мастерскую.</p>
<p>Недокрытие патрона затвором Затвор остановился не дойдя до крайнего переднего положения; спуск курка произвести нельзя.</p>	<p>Загрязнение патронника, пазов рамки или чашечки затвора. Затруднительное движение выбрасывателя из-за загрязнения пружины выбрасывателя или гнетка.</p>	<p>Дослать затвор вперед толчком руки и продолжить стрельбу. Осмотреть и почистить пистолет.</p>
<p>Неподача или неподвижение патрона из магазина в патронник Затвор находится в переднем положении, но патрона в патроннике нет; затвор остановился в среднем положении вместе с патроном, не дослав его в патронник.</p>	<p>Загрязнение магазина и подвижных частей пистолета Погнутость верхних краев корпуса магазина.</p>	<p>Перезарядить и продолжить стрельбу. Прочистить пистолет и магазин. Заменить магазин.</p>
<p>Прихват (ущемление) гильзы затвором Гильза не выброшена нару-</p>	<p>Загрязнение подвижных частей пистолета.</p>	<p>Выбросить прихваченную гильзу и продолжить стрельбу.</p>

Задержки и их характеристика	Причины задержек	Способы устранения задержек
жу через окно в затворе и заклинилась между затвором и казенным срезом ствола.	Неисправность выбрасывателя, его пружины или отражателя.	При неисправности выбрасывателя с пружиной или отражателя отправить пистолет в мастерскую.
Автоматическая стрельба	Сгущение смазки или загрязнение частей ударно-спускового механизма. Износ боевого взвода курка или носика шептала. Ослабление или излом пружины шептала. Касание полочки уступа предохранителя зуба шептала	Осмотреть и почистить пистолет. Отправить пистолет в мастерскую. То же. То же.

С целью обеспечения безотказной работы пистолета во время стрельбы и сохранения его нормального боя необходимо произвести подготовку пистолета к стрельбе. Для этого необходимо: осмотреть пистолет и патроны; снарядить магазин патронами; непосредственно перед стрельбой прочистить и протереть насухо канал ствола.

11.7. Разборка и сборка пистолета

Разборка пистолета может быть неполная и полная.

Неполная разборка производится для чистки, смазки и осмотра пистолета. Полная разборка производится для чистки при сильном загрязнении пистолета, после нахождения его под дождем или в снегу, при переходе на новую смазку, а также при ремонте.

Частая полная разборка пистолета не допускается, так как она ускоряет изнашивание частей и механизмов.

При разборке и сборке пистолета необходимо соблюдать следующие правила:

разборку и сборку производить на столе или скамейке, а в поле – на чистой подстилке;

части и механизмы класть в порядке разборки, обращаться с ними осторожно, не допускать излишних усилий и резких ударов;

при сборке обращать внимание на нумерацию частей, чтобы не перепутать их с частями других пистолетов.

11.7.1. Порядок неполной разборки



Рис. 11.11. Извлечение магазина



Рис. 11.12. Проверка отсутствия патрона



Рис. 11.13. Оттягивание спусковой скобы

1. Извлечь магазин из основания рукоятки. Удерживая пистолет за рукоятку правой рукой, большим пальцем левой руки отвести защелку магазина назад до отказа, одновременно оттягивая указательным пальцем левой руки выступающую часть крышки магазина, как показано на рисунке 11.11, извлечь магазин из основания рукоятки.

2. Проверить, нет ли в патроннике патрона. Выключить предохранитель (опустить флажок вниз), отвести левой рукой затвор в заднее положение, поставить его на затворную задержку, как показано на рисунке 11.12, и осмотреть патронник. Нажатием большим пальцем правой руки на затворную задержку отпустить затвор.

3. Отделить затвор от рамки. Взяв пистолет в правую руку за рукоятку, левой рукой оттянуть спусковую скобу вниз и, перекосив ее влево, как показано на рисунке 11.13, упереть в рамку так, чтобы она удерживалась в этом

положении. При дальнейшей разборке удерживать ее в приданном положении указательным пальцем правой руки, как показано на рисунке 11.14.



Рис. 11.14. Отделение затвора от рамки

Левой рукой отвести затвор в крайнее заднее положение и, приподняв его задний конец, как показано на рисунке 11.14, дать ему возможность продвинуться вперед под действием возвратной пружины. Отделить затвор от рамки и поставить спусковую скобу на свое место.

4. Снять со ствола возвратную пружину. Удерживая рамку левой рукой за рукоятку и вращая возвратную пружину на себя правой рукой, как показано на рисунке 11.15, снять ее со ствола.



Рис. 11.15. Снятие возвратной пружины

11.7.2. Сборка пистолета после неполной разборки

1. Присоединить возвратную пружину. Взяв рамку за рукоятку в левую руку, правой рукой надеть, как показано на рисунке 11.16, возвратную пружину на ствол обязательно тем концом, в котором крайний виток имеет меньший диаметр по сравнению с другими витками.



Рис. 11.16. Присоединение возвратной пружины

2. Присоединить затвор к рамке. Удерживая рамку за рукоятку в правой руке, а затвор в левой, ввести свободный конец возвратной пружины, как показано на рисунке 11.17, в канал затвора и отвести затвор в крайнее заднее положение так, чтобы дульная часть ствола прошла через канал затвора и выступила наружу.



Рис. 11.17. Присоединение затвора к рамке



Рис. 11.18. Включение предохранителя

Опустить задний конец затвора на рамку так, чтобы продольные выступы затвора поместились в пазах рамки (см. рис. 11.17) и, прижимая затвор к рамке, отпустить его. Затвор под действием возвратной пружины энергично возвращается в переднее положение.



Рис. 11.19. Присоединение магазина

Спусковую скобу установить на место. Включить, как показано на рисунке 11.18, предохранитель (поднять флажок вверх).

3. Вставить магазин в основание рукоятки. Удерживая пистолет в правой руке, большим и указательным пальцами левой руки вставить магазин в основание рукоятки через нижнее окно основания рукоятки, как показано на рисунке 11.19.

11.8. Осмотр и подготовка к стрельбе пистолета и патронов, уход и сбережение

Для выяснения состояния оружия, его исправности и боевой готовности производятся периодические осмотры пистолетов в сроки, установленные Уставом внутренней службы Вооруженных Сил Российской Федерации.

Осмотр пистолета производится в собранном или разобранном виде. Одновременно с осмотром пистолета производится осмотр кобуры, запасного магазина, протирки и пистолетного ремешка.

Каждый военнослужащий, вооруженный пистолетом, должен осматривать пистолет ежедневно, перед выходом на занятия, перед стрельбой и во время чистки. Перед выходом на занятия и непосредственно перед стрельбой пистолет необходимо осматривать в собранном виде, а во время чистки – в разобранном и собранном виде.

При ежедневном осмотре пистолета необходимо проверить: нет ли на металлических частях налета ржавчины, загрязнения, царапин, забоин и трещин;

в каком состоянии находится смазка;
исправно ли действуют затвор, магазин, ударно-спусковой механизм, предохранитель и затворная задержка;
исправны ли мушка и целик;
удерживается ли магазин в основании рукоятки;
чист ли канал ствола.

Неисправности пистолета должны устраняться немедленно. Если они в подразделении не могут быть устранены, пистолет необходимо отправить в ремонтную мастерскую.

Характерными неисправностями, являющимися причинами ненормального боя пистолета, являются:

мушка побита или погнута – пули будут отклоняться в сторону, противоположную перемещению вершины мушки;
целик смещен – пули будут отклоняться в сторону смещения целика;

забоины на дульном срезе ствола – пули будут отклоняться в сторону, противоположную забоинам;

растертость канала ствола (особенно в дульной части), сношенность (округление) полей нарезов, царапины и забоины в канале ствола, шатание целика – все это увеличивает рассеивание пуль.

При осмотре пистолета в собранном виде проверить:

1. Нет ли на частях пистолета налета ржавчины, царапин, забоин и трещин; соответствуют ли номера на затворе, предохранителе и на магазинах номеру на рамке.

2. Нет ли забоин на мушке и в прорези целика, мешающих прицеливанию; прочно ли удерживается целик в пазу затвора и совпадает ли риска на целике с рисккой на затворе.

3. Легко ли переключается предохранитель из одного положения в другое и надежно ли фиксируется в крайних положениях.

4. Имеет ли курок «отбой»: при спущенном курке и отведенном до отказа назад спусковом крючке головка курка при нажиме на нее пальцем руки должна подаваться вперед, а после прекращения нажима – энергично возвращаться в первоначальное положение; при отпущенном спусковом крючке и по прекращении нажима на головку курка курок должен встать на предохранительный взвод и в этом положении под достаточно сильным нажимом руки не должен срываться с предохранительного взвода и смещаться вперед.

5. Надежно ли, удерживается спусковая скоба в рамке и устанавливается ли для отделения затвора в перекошенное положение.

6. Довернут ли винт рукоятки.

7. Нет ли в канале ствола грязи, налета ржавчины и других дефектов. Для этого необходимо затвор поставить на затворную задержку и посмотреть в канал ствола с дульной части, вставив в окно затвора белую бумагу.

8. Не погнуты ли стенки и верхние края корпуса магазина и свободно ли передвигается подаватель в магазине.

9. Свободно ли вставляется магазин (запасный магазин) в основание рукоятки и извлекается из него и надежно ли он удерживается защелкой магазина.

10. Правильно ли работают части и механизмы пистолета.

Для проверки необходимо проделать следующую работу.

Поставить флажок предохранителя в положение «огонь» (опустить вниз), отвести затвор рукой назад до отказа и отпустить его;

затвор, продвинувшись несколько вперед, под действием затворной задержки должен остаться в заднем положении.

Нажать на кнопку затворной задержки; затвор под действием возвратной пружины должен энергично возвратиться в переднее положение, а курок должен стоять на боевом взводе.

Нажать на хвост спускового крючка; курок должен сорваться с боевого взвода и ударить по ударнику.

Извлечь магазин из основания рукоятки пистолета и снарядить его учебными патронами; вставить магазин в основание рукоятки пистолета, отвести затвор назад и отпустить его; при этом затвор под действием возвратной пружины должен дойти до крайнего переднего положения и дослат патрон в патронник; при повторном отведении затвора назад патрон должен быть энергично отражен наружу через окно в затворе.

Повернуть флажок предохранителя вверх в положение «предохранение»; при этом курок должен сорваться с боевого взвода, нанести удар по выступу предохранителя и остаться в положении, несколько отведенном назад; после этого затвор должен быть заперт, курок не должен взводиться как при непосредственном действии на него большим пальцем руки, так и при нажиме на хвост спускового крючка (самовзводом).

Поставить флажок предохранителя в положение «огонь» и нажать на хвост спускового крючка; при этом курок должен взводиться и, не становясь на боевой взвод, наносить удар по ударнику.

Поставить курок на боевой взвод и нажать на головку курка сзади; при этом он не должен срываться с боевого взвода. Затем нажать на хвост спускового крючка; при этом курок должен сорваться с боевого взвода и нанести энергичный удар по ударнику.

В разобранном пистолете подробно осматривается каждая часть и механизм в отдельности, для того чтобы проверить, нет ли скошенности металла, сорванной резьбы, царапин и забоин, погнутостей, сыпи, ржавчины и загрязнения, все ли детали имеют одинаковые номера.

При осмотре рамки со стволом и спусковой скобой особое внимание обратить на состояние канала ствола. Канал ствола осматривать с дульной и с казенной частей. При этом проверять чистоту канала ствола, патронника и исправность казенного среза ствола.

При осмотре нехромированного канала ствола могут наблюдаться следующие недостатки.

Сыпь – первичное поражение металла ржавчиной. Сыпь имеет вид точек и крапинок, расположенных местами или по всей поверхности канала ствола.

Ржавчина – темный налет на металле. Ржавчину, незаметную глазом, можно обнаружить, протирая канал ствола чистой ветошью, на которой ржавчина оставляет желтоватые пятна. Следы ржавчины – темные неглубокие пятна, которые остаются после удаления ржавчины.

Раковины – значительные углубления в металле, возникшие вследствие длительного воздействия ржавчины. Удалять их в подразделении запрещается.

Омеднение – появляется при стрельбе пулями, покрытыми томпаком. Омеднение наблюдается в виде легкого медного налета на стенках канала ствола. Удаляется только в ремонтной мастерской.

Царапины – черточки, иногда с заметным подъемом металла по краям. Выведение царапин в канале ствола не допускается.

Забоины – более или менее значительные углубления, иногда с подъемом металла.

Раздутие ствола – заметное в канале ствола в виде поперечно-го темного сплошного кольца (полукольца) или обнаруживаемое по выпуклости металла на наружной поверхности ствола.

При осмотре *затвора с выбрасывателем, ударником и предохранителем* особое внимание обратить на состояние внутренних пазов, гнезд и выступов, которые не должны быть загрязнены и не должны иметь забоин. Проверить, свободно ли перемещается ударник в канале затвора, энергично ли поджимается выбрасыватель к чашечке затвора и не скрошен ли зацеп выбрасывателя и боек ударника.

При осмотре *предохранителя* проверить, утапливается ли фиксатор, нет ли больших побитостей на зацепе для запирания курка, не изношена ли цапфа, не изношено ли ребро предохранителя.

При осмотре *возвратной пружины* проверить, нет ли на ней заусениц, ржавчины, погнутостей, грязи и надломов, прочно ли она удерживается на стволе.

При осмотре частей *ударно-спускового механизма* особое внимание обратить на исправность курка, шептала, спусковой тяги с

рычагом взвода. Проверить, нет ли скошенности и износа боевого и предохранительного взвода курка, растянутости пружины шептала и износа его носика. Перья боевой пружины не должны быть поломаны.

При осмотре *рукоятки с винтом* проверить, нет ли трещин и отколов, нет ли сорванной резьбы на винте.

При осмотре *затворной задержки* убедиться в ее исправности. Затворная задержка не должна быть погнута или надломлена.

При осмотре *магазина* особое внимание обратить на исправность зуба подавателя и выступа для защелки магазина; проверить, не погнуты ли верхние края корпуса магазина.

При осмотре *протирки, кобуры и пистолетного ремешка* проверить, не погнута ли протирка, нет ли на ней забоин и царапин. На лезвии не должно быть скошенности металла. Не допускается погнутость выступа протирки. При осмотре кобуры проверить, нет ли разрывов и нарушения швов, наличие петель, застежки и вспомогательного ремешка. Проверить исправность пистолетного ремешка.

Осмотр боевых патронов производится с целью обнаружения неисправностей, которые могут привести к задержкам при стрельбе из пистолета. При осмотре патронов необходимо проверить:

нет ли на гильзах ржавчины и зеленого налета, особенно на капсюле, помятостей, царапин, препятствующих вхождению патрона в патронник;

не вытаскивается ли пуля из гильзы рукой и не выступает ли капсюль выше поверхности дна гильзы; патроны с указанными дефектами должны быть отобраны и сданы;

нет ли среди боевых патронов учебных.

Пистолет всегда должен содержаться в чистоте и исправности. Это достигается своевременной и правильной чисткой и смазкой, бережным обращением с пистолетом и правильным хранением его.

Чистку пистолета производить в следующем порядке.

1. Подготовить протирочные и смазочные материалы.
2. Осмотреть принадлежность и подготовить ее для использования при чистке.
3. Разобрать пистолет.
4. Прочистить канал ствола.

5. Вычистить рамку пистолета со стволом и спусковой скобой. Насухо протереть части ветошью до полного удаления грязи и влаги. Ржавчину удалять паклей или ветошью, пропитанной жидкой ружейной смазкой.

6. Вычистить затвор, возвратную пружину, затворную задержку и части ударно-спускового механизма. Если чистка пистолета производится после стрельбы, то чашечку затвора чистить паклей или ветошью, пропитанной жидкой ружейной смазкой, до полного удаления нагара. После чистки протереть ее насухо. Если стрельба из пистолета не производилась и на чашечке затвора нет нагара и ржавчины, то протереть ее сухой ветошью.

Остальные металлические части и механизмы насухо протереть ветошью до полного удаления грязи и влаги, применяя для этого деревянные палочки.

Излишняя смазка на частях пистолета способствует загрязнению и может вызвать отказ в работе пистолета.

Кобуру не смазывать, а лишь насухо протереть ветошью и просушить.

Пистолет Макарова является простым и надежным пистолетом, продолжительное время находящимся на вооружении различных силовых структур. Для обеспечения надежности работы, чтобы оружие не подвело в ответственный момент, необходим своевременных уход за ним. Пистолет всегда должен содержаться в чистоте и исправности.

Вопросы для контроля и самопроверки:

1. Для чего предназначен пистолет Макарова ПМ?
2. Какие боевые свойства присущи ПМ?
3. Каково назначение рамки и ствола пистолета?
4. Какое назначение имеет затвор?
5. Какое назначение имеет возвратная пружина?
6. Каково назначение частей ударно-спускового механизма?
7. Для чего предназначена затворная задержка?
8. Какой принцип работы пистолета Макарова, как вы его понимаете?

9. Как работают части и механизмы пистолета при выстреле?
10. Как работают части и механизмы пистолета по израсходованию патронов из магазина?
11. Какие существуют основные причины задержек при стрельбе?
12. Какими способами устраняется осечка?
13. Какими способами устраняется утыкание патрона?
14. Какими способами устраняется прихват гильзы затвором?
15. Какова цель разборки пистолета?
16. Какой установлен порядок неполной разборки пистолета?
17. Какой установлен порядок сборки пистолета после неполной разборки?

12. Автомат (ручной пулемет) Калашникова



Михаил Тимофеевич Калашников
(10.11.1919 – 23.12.2013)

История создания автомата Калашникова АК-74 (ручного пулемета РПК-74) связана с переходом винтовок на малоимпульсные патроны меньшего калибра. Еще в годы Второй Мировой войны стала очевидной потребность пехоты в большом количестве боеприпасов. Это создавало определенные проблемы как для солдат, так и для производства.

После войны большая часть стрелкового оружия имела калибр в 7-8 мм. Однако параллельно велись исследования по его снижению. Успеха достигли американские оружейники, создав винтовку под патрон 5,56x45 мм, ставший впоследствии одним из стандартов НАТО.

Разработка стала толчком для ускорения схожих исследований в СССР. И в 1966 году появилось указание на разработку винтовки под патрон 5,60 мм, позднее обозначенного как 5,45 мм (измерение делалось по полям нарезов). Работы по созданию 5,45-мм автоматного комплекса проводились на конкурсной основе. Для участия в испытаниях было представлено 10 проектов автоматов.

Полный комплекс обширных Государственных (полигонных и войсковых) испытаний, проводившихся в различных климатических зонах, выявил преимущества варианта Константинова А.С., представленного на рисунке 12.1, по эффективности стрельбы за счет сбалансированной автомати-



Рис. 12.1. Автомат Константинова

ки. Однако по производственным и эксплуатационным показателям предпочтение отдали образцу А-3, представленному Калашниковым М.Т. и Крякушиным А.Д.

Выбор обуславливался экономическими соображениями. Около 70% автомата соответствовало его прежней версии, что упрощало производство. Немаловажной считалась и приспособленность солдат к АКМ. На основе данных соображений в 1974 году на вооружение Советской Армии был принят 5,45-мм комплекс, включающий в себя: 5,45-мм патрон с пулей ПС, 5,45-мм патрон с пулей Т, 5,45-мм автоматы АК-74, АКС-74 и их модификации, укомплектованные ночными прицелами.

Несколько позже, в 1979 году, на вооружение был принят 5,45-мм автомат АКС-74У, отличающийся от АКС-74 меньшими массой и габаритами.

Конструкция АК-74 во многом повторяет своего предшественника: с АКМ унифицировано 9 узлов и 52 детали. Ключевым новшеством стало двухкамерное дульное устройство, выполняющее одновременно задачи тормоза, компенсатора и пламегасителя. Его применение позволило снизить отдачу оружия, соответственно повысилась кучность стрельбы и ее точность при стрельбе очередями или быстрыми одиночными.

Уже с началом серийного производства в конструкцию автомата вносились дополнительные изменения. Деревянный приклад и цевье заменили на пластиковые, что облегчило вес оружия. Также некоторые изменения внесены во внешние и рабочие узлы.

Автомат АК-74, принятый на вооружение в 1974 году, и его модификации, представленные на рисунках 12.2–12.6, являются самым распространенным и самым известным стрелковым оружием после второй мировой войны.



Рис. 12.2. Автомат Калашникова (АК-74) с обычным прикладом



Рис. 12.3. Автомат Калашникова со складывающимся прикладом (АКС-74)



Рис. 12.4. Автомат Калашникова модернизированный (АК-74М)



Рис. 12.5. Автомат Калашникова с приспособлением для крепления ночного прицела (АК-74Н)



Рис. 12.6. Автомат Калашникова со складывающимся прикладом и укороченным стволом (АКС-74У)

Выдающиеся качества оружия Калашникова, над постоянным совершенствованием которого более полувека работали сам Михаил Тимофеевич и тысячи рабочих, конструкторов, технологов, испытателей, получили признание даже у врага, который в различных военных конфликтах предпочитал АК своему штатному вооружению.

По оценкам международных экспертов, несмотря на появление многочисленных перспективных образцов, оружие Калашникова еще несколько десятилетий будет служить основой системы стрелкового вооружения многих армий мира.

Назначение и боевые свойства автомата Калашникова, его общее устройство, работа частей и механизмов, разборка и сборка, осмотр и подготовка к стрельбе, уход и сбережение изложены в [2, 5, 7, 8], других источниках и приведены ниже.

12.1. Назначение и боевые свойства

5,45-мм автомат Калашникова (см. рис. 12.2–12.6) является индивидуальным оружием, а **5,45-мм ручной пулемет Калашникова**, представленный на рисунке 12.7, является оружием стрелкового отделения.



Рис. 12.7. Ручной пулемет Калашникова (РПК-74)

Автомат и пулемет Калашникова предназначены для уничтожения живой силы и поражения огневых средств противника.

Для поражения противника в рукопашном бою к автомату присоединяется штык-нож.

Для стрельбы из автомата (пулемета) применяются патроны с обыкновенными (со стальным сердечником) и трассирующими пулями.

Из автомата (пулемета) ведется автоматический или одиночный огонь. Автоматический огонь является основным видом огня.

Подача патронов при стрельбе производится из коробчатого магазина емкостью:

у автомата – на 30 патронов;

у пулемета – на 45 патронов.

Магазины автомата и пулемета взаимозаменяемы.

Боевые свойства автомата (пулемета) Калашникова приведены в таблице 12.1, а эксплуатационные характеристики с указанием весовых и линейных данных – в таблице 12.2.

Таблица 12.1

Боевые свойства автомата (пулемета) Калашникова

Боевые свойства	АК-74	РПК-74
Калибр	5,45x39 мм	
Режим огня очередями (выстрелов): короткими длинными непрерывно	до 5 до 10 +	до 5 до 15 +
Число нарезов	4	4
Темп стрельбы, выс/мин	до 600	до 600
Боевая скорострельность, выс/мин: одиночными выстрелами очередями	до 40 до 100	до 50 до 150
Начальная скорость полета пули, м/сек	900	960
Предельная дальность полета пули, м	3150	3150
Убойное действие пули, м	1350	1350
Прицельная дальность, м	1000	1000
Дальность прямого выстрела, м по грудной фигуре по ростовой фигуре	440 625	460 640
Дальность наиболее действительного огня, м	500	600
Дальность сосредоточенного огня, м	до 1000	до 1000

Эксплуатационные свойства автомата (пулемета) Калашникова

Эксплуатационные свойства	АК-74	РПК-74
Вес, кг:		
с неснаряженным пластмассовым магазином	3,2	5,0
со снаряженным пластмассовым магазином	3,5	5,61
Емкость магазина, патронов	30	45
Вес пластмассового магазина, кг	0,23	0,30
Вес штыка-ножа, кг:		
с ножнами	0,49	-
без ножен	0 32	-
Длина автомата (пулемета), мм:		
автомата с примкнутым штыком-ножом и откинутым прикладом	1089	-
автомата без штыка-ножа с откинутым прикладом	940	-
пулемета с откинутым прикладом	-	1060
со сложенным прикладом	700	845
Вес патрона, г	10,2	10,2
Вес пули со стальным сердечником, г	3,4	3,4
Вес порохового заряда, г	1,45	1,45

Пробивное действие пули со стальным сердечником 5,45-мм патрона при стрельбе из автомата Калашникова (АК-74 и АКС-74), ручного пулемета Калашникова (РПК-74 и РПКС-74) представлено в таблице 12.3.

Таблица 12.3

Пробивное действие пули со стальным сердечником

Наименование преграды (защитных средств)	Дальность стрельбы, м	Процент сквозных пробитий или глубина проникновения пули
Стальные листы (при угле встречи 90°) толщиной:		
2 мм	950	50%
3 мм	670	50%
5 мм	350	50%

Наименование преграды (защитных средств)	Дальность стрельбы, м	Процент сквозных пробитий или глубина проникновения пули
Стальной шлем (каска)	800	80-90%
Бронежилет	550	75-100%
Бруствер из плотного утрамбованного снега	400	50-60 см
Земляная преграда из утрамбованного суглинистого грунта	400	20-25 см
Стенка из сухих сосновых брусьев толщиной 20 см	650	50%
Кирпичная кладка	100	10-12см

12.2. Устройство

Автомат (пулемет) состоит из следующих основных частей и механизмов:

- ствол со ствольной коробкой, прицельным приспособлением, прикладом и пистолетной рукояткой;
- крышки ствольной коробки;
- затворной рамы с газовым поршнем;
- затвора;
- возвратного механизма;
- газовой трубки со ствольной накладкой;
- ударно-спускового механизма;
- цевья;
- магазина.

У автомата имеется дульный тормоз-компенсатор и штык-нож, а у пулемета – пламегаситель и сошка.

В комплект автомата (пулемета) входят: принадлежность, ремень и сумка для магазинов (у пулемета две сумки).

В комплект автомата (пулемета) со складывающимся прикладом, кроме того, входит чехол для автомата (пулемета) с карманом

для магазина, а в комплект автомата (пулемета) с ночным прицелом входит ночной стрелковый прицел универсальный (НСПУ).

Основные части и механизмы автомата (ручного пулемета) представлены на рисунке 12.8.



Рис. 12.8. Основные части и механизмы автомата:

- 1 – ствол со ствольной коробкой, ударно-спусковым механизмом, прицельным приспособлением, прикладом и пистолетной рукояткой; 2 – дульный тормоз-компенсатор; 3 – крышка ствольной коробки; 4 – возвратный механизм; 5 – затворная рама с газовым поршнем; 6 – затвор; 7 – газовая трубка со ствольной накладкой; 8 – шомпол; 9 – цевье; 10 – магазин; 11 – пенал принадлежности; 12 – штык-нож.

12.3. Назначение частей и механизмов

Ствол предназначен для направления полета пули и придания ей вращательного движения.

Внешний вид ствола АК-74 представлен на рисунке 12.9, а РПК-74 – на рисунке 12.10.



Рис. 12.9. Ствол АК-74



Рис. 12.10. Ствол РПК-74

Внутри ствол имеет канал с четырьмя нарезами, вьющимися слева вверх направо. В казенной части канал гладкий и сделан по форме гильзы; эта часть канала

служит для помещения патрона и называется патронником.

Переход от патронника к нарезной части канала ствола называется пульным входом.

Снаружи ствол автомата имеет основание мушки с резьбой для навинчивания дульного тормоза-компенсатора, а ствол пулемета имеет резьбу на дульной части для навинчивания пламегасителя. Ствол имеет втулки для стрельбы холостыми патронами, газоотводное отверстие, *газовую камеру* (предназначена для направления пороховых газов из ствола на газовый поршень затворной рамы), соединительную муфту, колодку прицела и на казенном срезе вырез для зацепа выбрасывателя.

Основание мушки, газовая камера и колодка прицела закреплены на стволе с помощью штифтов. У пулемета, кроме того, на передней части ствола имеется основание сошки для присоединения сошки к стволу с отверстием для шомпола и кольцо с проушиной для увеличения надежности крепления шомпола.

Ствольная коробка, представленная на рисунке 12.11, предназначена для размещения частей и механизмов автомата (пулемета), защиты их от загрязнения, обеспечения действия автоматики.



Рис. 12.11. Ствольная коробка

В ствольной коробке помещается ударно-спусковой механизм. Сверху коробка закрывается крышкой. К ствольной коробке прикреплены: приклад с антабкой, pistolетная рукоятка и спусковая скоба с защелкой магазина. У автоматов (пулеметов) с

ночными прицелами к левой боковой стенке прикреплена планка для присоединения ночного прицела.

Прицельное приспособление предназначено для наводки автомата при стрельбе по целям на различные расстояния и состоит из прицела и мушки.

Прицел, представленный на рисунке 12.12, состоит из колодки прицела, пластинчатой дружины, прицельной планки и хомутика. Прицельная планка имеет гривку с прорезью для прицеливания и вырезы для удержания хомутика в установленном положении посредством защелки с пружиной. На прицельной планке нанесена шкала с делениями от 1 до 10; цифры шкалы обозначают дальности стрельбы в сотнях метров. У автомата на прицельной планке нанесена буква «П» – постоянная установка прицела, примерно соответствующая прицелу 4.



Рис. 12.12. Прицел

Мушка, представленная на рисунке 12.13, ввинчена в паз, который закреплен в основании мушки. На пазе и на основании мушки нанесены риски, определяющие положение мушки.



Рис. 12.13. Мушка

Приклад и пистолетная рукоятка, представленные на рисунке 12.14, предназначены для удобства действия автоматом.

Постоянный приклад автоматов АК-74, АК-74Н и пулеметов РПК-74, РПК-74Н имеет антабку для ремня,



Рис. 12.14. Приклад и пистолетная рукоятка

гнездо для пенала принадлежности и затыльник с крышкой над гнездом. В гнезде прикреплена пружина для выталкивания пенала.

Крышка ствольной коробки, представленная на рисунке 12.15, предназначена для предохранения от загрязнения частей и механизмов, помещенных в ствольной коробке.



Рис. 12.15. Крышка ствольной коробки

С правой стороны она имеет ступенчатый вырез для прохода выбрасываемых наружу гильз и для движения рукоятки затворной рамы,

сзади – отверстие для выступа направляющего стержня возвратного механизма.

Крышка удерживается на ствольной коробке с помощью полукруглого выреза на колодке придела, поперечного паза ствольной коробки и выступа направляющего стержня возвратного механизма.



Рис. 12.16. Затворная рама с газовым поршнем

Затворная рама с газовым поршнем, представленная на рисунке 12.16, предназначена для приведения в действие затвора и ударно-спускового механизма.

Затворная рама имеет: внутри канал для возвратного механизма и канал для затвора; сзади предохранительный выступ; по бокам пазы для движения затворной рамы по отгибам ствольной коробки; с правой стороны выступ для опускания (поворота) рычага автоспуска и рукоятку для перезарядки автомата (пулемета); снизу фигурный вырез для помещения в нем ведущего выступа затвора и паз для прохода отражательного выступа ствольной коробки.



Рис. 12.17. Затвор

В передней части затворной рамы укреплен газовый поршень.

Затвор, представленный на рисунке 12.17, предназначен для досылания патрона в патронник, закрывания канала ствола, разбивания

капсюля и извлечения из патронника гильзы патрона. Он состоит из остова, ударника, выбрасывателя с пружиной и осью, шпильки.

Остов имеет: на переднем срезе цилиндрический вырез для дна гильзы и паз для выбрасывателя; по бокам два боевых выступа, которые при запирации затвора заходят в вырезы ствольной коробки; сверху ведущий выступ для поворота затвора при запирации и отпирации; на левой стороне продольный паз для прохода отражательного выступа ствольной коробки.

Ударник имеет боек и уступ для шпильки.

Выбрасыватель с пружиной и осью предназначен для извлечения гильзы из патронника и удержания ее до встречи с отражательным выступом ствольной коробки. Выбрасыватель имеет зацеп для захвата гильзы, гнездо для пружины и вырез для оси.

Шпилька предназначена для закрепления ударника и оси выбрасывателя.

Возвратный механизм, представленный на рисунке 12.18, предназначен для возвращения затворной рамы с затвором в переднее положение.

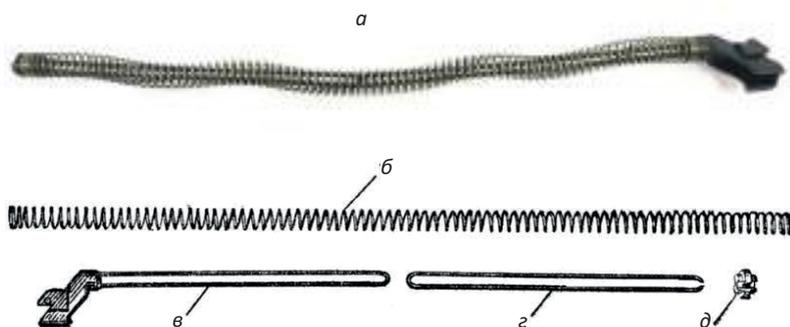


Рис. 12.18. Возвратный механизм

Он состоит из возвратной пружины (б), направляющего стержня (в), подвижного стержня (г) и муфты (д).

Направляющий стержень (см рис. 12.18, в) имеет на заднем конце упор для пружины, пятку с выступами для соединения со ствольной коробкой и выступ для удержания крышки ствольной коробки.

Подвижный стержень (см рис. 12.18, г) на переднем конце имеет загибы для надевания муфты.



Рис. 12.19. Газовая трубка со ствольной накладкой

Газовая трубка со ствольной накладкой, представленная на рисунке 12.19, предназначена для направления движения газового поршня и предохранения рук

стрелка от ожогов при стрельбе.

Передним концом газовая трубка надевается на патрубок газовой каморы.

Ударно-спусковой механизм, представленный на рисунке 12.20, предназначен для спуска курка с боевого взвода (со взвода автоспуска), нанесения удара по ударнику, обеспечения ведения автоматического или одиночного огня, прекращения стрельбы, предотвращения выстрелов при незапертом затворе и постановки автомата (пулемета) на предохранитель.

Ударно-спусковой механизм помещается в ствольной коробке, где крепится тремя взаимозаменяемыми осями, и состоит из курка с боевой пружиной (а), спускового крючка (б), шептала одиночного огня с пружиной (в), переводчика (г), автоспуска с пружиной (д) и трубчатой оси (е).

Курок с боевой пружиной предназначен для нанесения удара по ударнику. На курке имеются (см. рис. 12.20, а) боевой взвод, взвод автоспуска, цапфы и отверстие для оси. Боевая пружина надевается на цапфы курка и своей петлей действует на курок, а концами – на прямоугольные выступы спускового крючка.

Спусковой крючок предназначен для удержания курка на боевом взводе и для спуска курка. Он имеет (см. рис. 12.20, б) фигурный выступ, отверстие для оси, прямоугольные выступы и хвост. Своим фигурным выступом он удерживает курок на боевом взводе.

Шептало одиночного огня (см. рис. 12.20, в) предназначено для удержания курка после выстрела в крайнем заднем положении, если при ведении одиночного огня спусковой крючок не был отпущен. Оно находится на одной оси со спусковым крючком.



Рис. 12.20. Ударно-спусковой механизм

Переводчик (см. рис. 12.20, г) предназначен для установки автомата (пулемета) на автоматический или одиночный огонь, а также на предохранитель. Нижнее положение переводчика отвечает установке его на одиночный огонь (ОД), среднее – на автоматический огонь (АВ) и верхнее – на предохранитель.

Автоспуск (см. рис. 12.20, д) служит для автоматического освобождения курка со взвода автоспуска при стрельбе очередями, а

также для предотвращения спуска курка при незакрытом канале ствола и незапертом затворе. Он имеет шептало для удержания курка на взводе автоспуска, рычаг для поворота автоспуска выступом затворной рамы при подходе ее в переднее положение и пружину.



Рис. 12.21. Цевье

Цевье, представленное на рисунке 12.21, предназначено для удобства действия и предохранения рук автоматчика от ожогов.

Цевье прикрепляется к стволу снизу с помощью соединительной муфты и к ствольной коробке посредством выступа, входящего в гнездо ствольной коробки.

Магазин, представленный на рисунке 12.22, предназначен для помещения патронов и подачи их в ствольную коробку.



Рис. 12.22. Магазин

Он состоит из пластмассового корпуса, крышки, стопорной планки, пружины и подавателя.

Корпус магазина соединяет все части магазина. Его боковые стенки имеют сверху (на горловине) загибы для удержания патронов от выпадания и выступы, ограничивающие подъем подавателя. На передней стенке имеется зацеп, а на задней

опорный выступ, посредством которых магазин присоединяется к ствольной коробке. На задней стенке корпуса внизу имеется контрольное отверстие для определения полноты снаряжения магазина патронами.

Крышкой корпус закрывается снизу. В крышке имеется отверстие для выступа стопорной планки.

Внутри корпуса помещается подаватель и пружина со стопорной планкой.

Подаватель удерживается на верхнем конце пружины с помощью внутреннего загиба на правой стенке подавателя; подаватель имеет выступ, обеспечивающий шахматное расположение патронов в магазине.

Стопорная планка закреплена неотъемно на нижнем конце пружины и своим выступом удерживает крышку магазина от перемещения.

Дульный тормоз-компенсатор для АК-74, представленный на рисунке 12.23, предназначен для повышения кучности боя и уменьшения энергии отдачи.



Он имеет переднюю и заднюю камеры с круглым отверстием в них для вылета пули.

Рис. 12.23. Дульный тормоз – компенсатор

Передняя камера имеет: венчик, на который надевается кольцо штык-ножа при примыкании его к автомату; прямоугольный паз, в который входит выступ штык-ножа; два окна для выхода пороховых газов.

Задняя камера имеет спереди две щели, а в средней части – три компенсационных отверстия для выхода пороховых газов.

Сзади дульный тормоз-компенсатор имеет внутреннюю резьбу для навинчивания на основание мушки, выем, в который заходят фиксатор и круговой скос, облегчающий вставлять и вынимать шомпол.

Пламегаситель для РПК-74, представленный на рисунке 12.24, предназначен для уменьшения величины пламени при выстреле.



Рис. 12.24. Пламегаситель

Он имеет резьбу для навинчивания на ствол, пять выемок для фиксатора и пять продольных щелей для выхода газов.

Штык-нож для АК-74, представленный на рисунке 12.25, предназначен для поражения противника в бою, использования в каче-

стве ножа, пилы для распиловки металла и ножниц для разрезки проволоки. Штык-нож состоит из лезвия и рукоятки.



Рис. 12.25. Штык-нож с ножнами

На лезвии имеется режущая грань, пила, заточенная кромка, которая в сочетании с ножнами используется как ножницы, отверстие, в которое вставляется выступ-ось ножен.

Рукоятка предназначена для удобства действия и для при-
мыкания штык-ножа к автомату. На рукоятке имеется ремень для удобства обращения со штык-ножом. На наконечнике имеются продольные пазы, которыми штык-нож надевается на соответствующие выступы на упоре основания мушки, защелка, предохранительный выступ и отверстие для ремня.

Ножны предназначены для ношения штык-ножа на пояском ремне, использования вместе со штык-ножом для разрезки проволоки. Ножны (см. рис. 12.25) имеют подвеску с петлей, выступ-ось, упор для ограничения поворота штык-ножа при действии ими как ножницами; внутри ножен имеется пластинчатая пружина с фиксатором для удержания штык-ножа от выпадения.

Принадлежность, представленная на рисунке 12.26, предназначена для разборки, сборки, чистки, смазки автомата и ускоренного снаряжения магазина патронами.

К принадлежности относятся: масленка, пенал, отвертка, ершик, выколотка, протирка, обоймы, переходник, шомпол.

Масленка предназначена для хранения ружейной смазки; переносится в кармане сумки для магазинов.

Пенал предназначен для хранения отвертки, ершика, выколотки и протирки. Он закрывается крышкой. Пенал применяется как рукоятка для отвертки при ввинчивании и вывинчивании мушки и для поворота замыкателя газовой трубки, а также как рукоятка для шомпола.



Рис. 12.26. Принадлежность

Пенал имеет сквозные отверстия, в которые вставляется шомпол при чистке автомата (пулемета), овальные отверстия для отвертки и прямоугольное отверстие для поворота замыкателя газовой трубки при разборке и сборке автомата (пулемета).

Отвертка и выколотка применяются при разборке и сборке автомата (пулемета).

Вырез на конце отвертки предназначен для ввинчивания и вывинчивания мушки, а боковой вырез – для закрепления протирки на шомполе. Для удобства пользования отверткой она вставляется в боковые отверстия пенала. При чистке канала ствола отвертка вкладывается в пенал поверх головки шомпола.

Ершик используется для чистки канала ствола.

Протирка применяется для чистки и смазки канала ствола, каналов и полостей других частей автомата (пулемета). Она имеет внутреннюю резьбу для навинчивания на шомпол и прорезь для ветоши или пакли.

Обойма предназначена для переноски патронов и ускоренного снаряжения магазина патронами. В обойме помещается 15 патронов. Она имеет два продольных паза и пластинчатую пружину, удерживающую патроны от выпадения. Кроме того, пластинчатая пружина обеспечивает прочное соединение обоймы с переходником.

Переходник предназначен для соединения обоймы с магазином при снаряжении его патронами. Он имеет снизу (уширенная часть) два загиба, которые входят в соответствующие пазы на горловине магазина, а сверху два продольных паза для обоймы, отверстие для

пружины обоймы и упор, ограничивающий продвижение обоймы при вставлении ее в переходник.

Шомпол применяется для чистки и смазки канала ствола, а также каналов и полостей частей автомата (пулемета). Он имеет головку с отверстием для выколотки, нарезку для навинчивания протирки или ершика.

Сошка пулемета, представленная на рисунке 12.27, служит упором при стрельбе.



Рис. 12.27. Пулемет РПК на сошке

Сошка от пулемета не отделяется.

Она имеет основание, две ноги с ползками для упора в грунт и выступами для фиксации ног в сложенном положении, пружину для разведения ног, пружинную

застежку на левой ноге для скрепления ног в сложенном положении.

12.4. Работа автоматики

Автоматическое действие автомата (ручного пулемета) основано на использовании энергии пороховых газов, отводимых из канала ствола в газовую камеру. Схема действия автоматики представлена на рисунке 12.28.

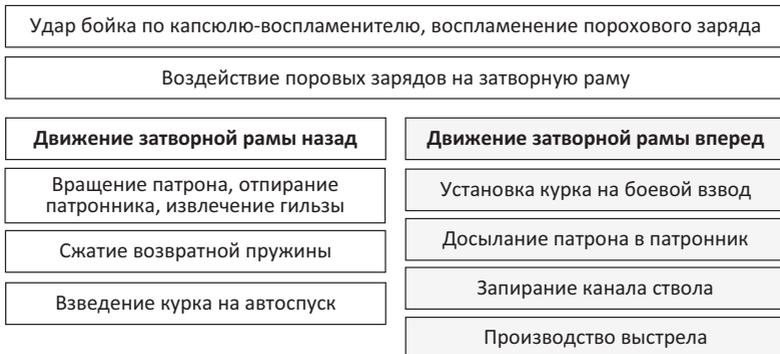


Рис. 12.28. Схема автоматического действия АК-74 (РПК-74)

При выстреле часть пороховых газов, следующих за пулей, устремляется через отверстие в стенке ствола в газовую камеру, давит на переднюю стенку газового поршня и отбрасывает поршень и затворную раму с затвором в заднее положение. При отходе затворной рамы назад происходит отпирание затвора, затвор извлекает из патронника гильзу и выбрасывает ее наружу, затворная рама сжимает возвратную пружину и взводит курок (ставит его на взвод автоспуска).

В переднее положение затворная рама с затвором возвращается под действием возвратного механизма, затвор при этом досылает очередной патрон из магазина в патронник и закрывает канал ствола, а затворная рама выводит шептало автоспуска из-под взвода автоспуска курка. Курок становится на боевой взвод. Запирание затвора осуществляется его поворотом вокруг продольной оси вправо, в результате чего боевые выступы затвора заходят за боевые упоры ствольной коробки.

Если переводчик установлен на автоматический огонь, то стрельба будет продолжаться до тех пор, пока нажат спусковой крючок и в магазине есть патроны.

Если переводчик установлен на одиночный огонь, то при нажатии на спусковой крючок произойдет только один выстрел; для производства следующего выстрела необходимо отпустить спусковой крючок и нажать на него снова.

12.5. Работа частей и механизмов.

Положение частей и механизмов до заряжания представлено на рисунке 12.29.

Затворная рама с газовым поршнем и затвором (8) под действием возвратного механизма находятся в крайнем переднем положении, газовый поршень – в патрубке газовой камеры; канал ствола закрыт затвором. Затвор повернут вокруг продольной оси вправо, его боевые выступы находятся в вырезах ствольной коробки – затвор заперт. Возвратная пружина имеет наименьшее сжатие.

Рычаг автоспуска (7) под действием выступа затворной рамы повернут вперед и вниз.

Курок (6) спущен и упирается в затвор. Ударник под действием курка подан вперед.

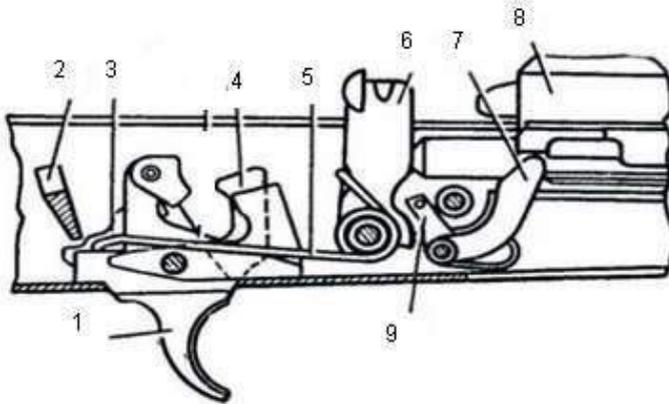


Рис. 12.29. Положение частей ударно-спускового механизма до заряжания при включенном предохранителе и спущенном курке:
 1 – спусковой крючок; 2 – сектор переводчика; 3 – шептало одиночного огня;
 4 – фигурный выступ спускового крючка; 5 – боевая пружина; 6 – курок;
 7 – рычаг автоспуска; 8 – затворная рама; 9 – шептало автоспуска

Боевая пружина (5) находится в наименьшем сжатии; своей петлей она прижимает курок к затвору, а изогнутыми концами – прямоугольные выступы спускового крючка к дну ствольной коробки, при этом хвост спускового крючка находится в переднем положении.

Переводчик (2) находится в крайнем верхнем положении и закрывает ступенчатый вырез в крышке ствольной коробки (переводчик поставлен на предохранитель); сектор переводчика вошел в вырез шептала одиночного огня и находится над правым прямоугольным выступом спускового крючка (запирает спусковой крючок).

12.5.1. Работа частей и механизмов при заряжании

Для заряжания автомата необходимо присоединить к нему снаряженный магазин, поставить переводчик на автоматический огонь (АВ), отвести затворную раму назад до отказа и отпустить ее – автомат заряжен.

Если не предстоит немедленное открытие огня, то необходимо поставить переводчик на предохранитель.

Положение частей ударно-спускового механизма перед выстрелом представлено на рисунке 12.30.

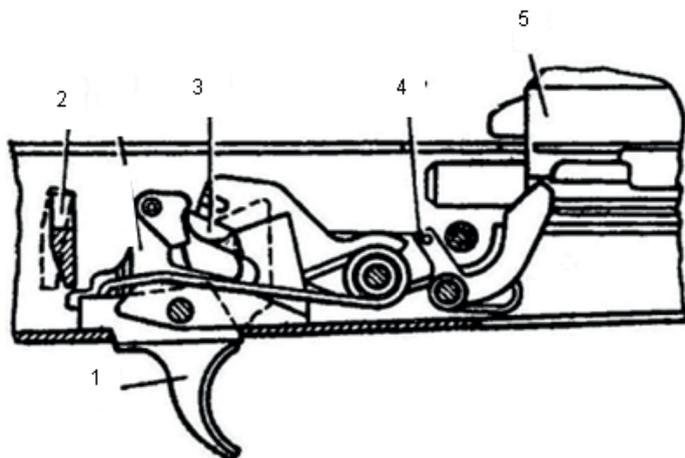


Рис. 12.30. Положение частей ударно-спускового механизма перед выстрелом: 1 – спусковой крючок; 2 – сектор переводчика; 3 – курок; 4 – шептало автоспуска; 5 – затворная рама.

При присоединении **магазина** его зацеп заходит за выступ ствольной коробки, а опорный выступ заскакивает за защелку и магазин удерживается в окне ствольной коробки. Верхний патрон, упираясь снизу в затворную раму, несколько опускает патроны в магазин, сжимая его пружину.

При постановке **переводчика** (2) на автоматический огонь ступенчатый вырез в крышке ствольной коробки для рукоятки затворной рамы освобождается, сектор переводчика остается в вырезе шептала одиночного огня, но не препятствует повороту спускового крючка.

При отведении **затворной рамы** (5) назад, на длину свободного хода, она, действуя передним скосом фигурного выреза на ведущий выступ затвора, поворачивает затвор влево, боевые выступы затвора выходят из вырезов ствольной коробки – происходит отпирание затвора. Выступ затворной рамы освобождает рычаг автоспуска, и шептало автоспуска под действием пружины прижимается к передней плоскости курка.

При дальнейшем отведении затворной рамы вместе с ней отходит назад затвор, открывая канал ствола. **Возвратная пружина** сжимается.

Курок (3) под действием затворной рамы поворачивается на оси, боевая пружина закручивается. Боевой взвод курка заскакивает за фигурный выступ спускового крючка и курок становится на **шептало автоспуска** (4). Рычаг автоспуска при этом поднимается вверх и становится на пути движения выступа затворной рамы.

Как только нижняя плоскость затворной рамы пройдет окно для магазина, **патроны** под действием пружины магазина поднимутся вверх до упора верхним патроном в загиб стенки магазина.

При отпущании затворной рамы она вместе с затвором под действием возвратного механизма подается вперед. **Затвор** выталкивает из магазина верхний патрон, досылает его в патронник и закрывает канал ствола. При подходе затвора к казенному срезу ствола зацеп выбрасывателя заскакивает в кольцевую проточку гильзы. Затвор под действием скоса левого выреза ствольной коробки на скос левого боевого выступа затвора, а затем под действием фигурного выреза затворной рамы на ведущий выступ затвора поворачивается вокруг продольной оси вправо. Боевые выступы затвора заходят за боевые упоры ствольной коробки – затвор запирается. Затворная рама, продолжая движение в крайнее переднее положение, своим выступом поворачивает рычаг автоспуска вперед и вниз, выводя шептало автоспуска из-под взвода автоспуска курка; курок под действием боевой пружины поворачивается и становится на боевой взвод.

Патроны в магазине под действием пружины поднимаются вверх до упора верхним патроном в затворную раму.

При постановке переводчика на предохранитель **переводчик** закрывает ступенчатый вырез крышки ствольной коробки и становится на пути движения рукоятки затворной рамы назад; сектор переводчика поворачивается вперед и становится над правым прямоугольным выступом спускового крючка (запирает спусковой крючок).

12.5.2. Работа частей и механизмов при автоматической стрельбе

Для производства автоматической стрельбы необходимо поставить переводчик на автоматическую стрельбу (АВ), если он не был поставлен при зарядании, и нажать на спусковой крючок.

При постановке переводчика на автоматическую стрельбу сектор **переводчика** освобождает прямоугольный выступ спускового крючка (отпирает спусковой крючок), но перекрывает ступенчатый выступ шептала одиночной стрельбы. **Спусковой крючок** получает возможность поворачиваться вокруг своей оси; шептало одиночной стрельбы от поворота вместе со спусковым крючком удерживается сектором переводчика.

При нажатии на хвост спускового крючка его фигурный выступ выходит из зацепления с боевым взводом курка. **Курок** под действием боевой пружины поворачивается на своей оси и энергично наносит удар по ударнику.

Ударник бойком разбивает капсюль патрона. Ударный состав капсюля патрона воспламеняется, пламя через затравочные отверстия в дне гильзы проникает к пороховому заряду и воспламеняет его. **Происходит выстрел.**

Пуля под действием пороховых газов движется по каналу ствола; как только она минует газоотводное отверстие, часть газов устремляется через это отверстие в газовую камеру, давит на газовый поршень штока и отбрасывает затворную раму назад.

Отходя назад, **затворная рама** (как и при отведении ее назад за рукоятку) передним скосом фигурного выреза поворачивает затвор вокруг продольной оси и выводит его боевые выступы из-за боевых упоров ствольной коробки происходят отпирание затвора и открывание канала ствола, выступ затворной рамы освобождает рычаг автоспуска, он под действием пружины несколько поднимается вверх, а **шептало автоспуска** прижимается к передней плоскости курка. К этому времени пуля покидает канал ствола.

После вылета пули из канала ствола пороховые газы попадают в заднюю камеру дульного тормоза-компенсатора, расширяются и, истекая через компенсационные отверстия, создают реактивную силу, которая отклоняет дульную часть автомата в сторону, противоположную расположению отверстий (влево, вниз). Часть пороховых газов, ударяясь о передние стенки задней и передней камер, уменьшает отдачу. Встреча газов, выходящих из щелей задней камеры, с газами, отраженными от передней стенки передней камеры, уменьшает звук выстрела.

После вылета пули из канала ствола укороченного автомата пороховые газы попадают в камеру пламегасителя, расширяются, через отверстие и конический раструб вылетают в атмосферу, чем обеспечивается уменьшение пламени и звука при выстреле.

Затворная рама с затвором по инерции продолжает движение назад; гильза, удерживаемая зацепом выбрасывателя, наталкивается на отражательный выступ ствольной коробки и отражается (выбрасывается) наружу.

В дальнейшем работа частей и механизмов, за исключением работы курка, происходит так же, как и при зарядании.

Курок становится на верхний выступ шептала автоспуска и удерживается на нем при возвращении затворной рамы с затвором в переднее положение. После того как затвор дойдет верхний патрон из магазина в патронник, произойдут закрывание канала ствола и запираение затвора; затворная рама, продолжая движение вперед, выводит шептало автоспуска из-под взвода автоспуска курка. Курок под действием боевой пружины поворачивается и наносит удар по ударнику. Происходит выстрел. Работа частей и механизмов автомата повторяется. Автоматическая стрельба будет продолжаться до тех пор, пока нажат спусковой крючок и в магазине имеются патроны.

Для прекращения стрельбы необходимо отпустить спусковой крючок. При этом **спусковой крючок** под действием боевой пружины повернется и его фигурный выступ встанет на пути движения боевого взвода курка. Курок останавливается на боевом взводе. Стрельба прекращается, но автомат остается заряженным, готовым к производству дальнейшей автоматической стрельбы.

12.5.3. Работа частей и механизмов при стрельбе одиночными выстрелами

Для производства одиночного выстрела необходимо поставить переводчик на одиночную стрельбу (ОД) и нажать на спусковой крючок.

При постановке **переводчика** из положения на предохранитель в положение на одиночную стрельбу (ОД) сектор переводчика освобождает прямоугольный выступ спускового крючка (отпирает спусковой крючок), освобождает ступенчатый выступ шептала одиноч-

ной стрельбы и при стрельбе в работе ударно-спускового механизма участия не принимает.

При нажатии на хвост **спускового крючка** его фигурный выступ выходит из зацепления с боевым взводом курка. **Курок** под действием боевой пружины поворачивается на своей оси и энергично наносит удар по ударнику. **Происходит выстрел.**

Положение частей ударно-спускового механизма после выстрела при переводчике, установленном на одиночный огонь представлено на рисунке 12.31.

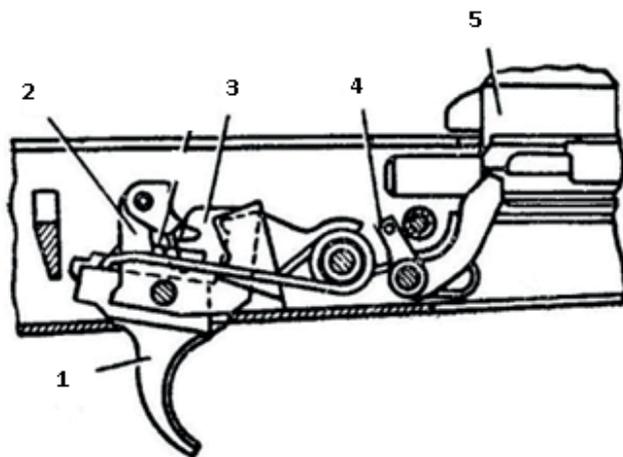


Рис. 12.31. Положение частей ударно-спускового механизма после выстрела при переводчике, установленном на одиночный огонь:
1 – спусковой крючок; 2 – шептало одиночного огня; 3 – курок;
4 – шептало автоспуска; 5 – затворная рама

После первого выстрела части и механизмы совершат ту же работу, что и при автоматической стрельбе, но следующего выстрела не произойдет, так как вместе со спусковым крючком повернулось вперед шептало одиночной стрельбы и его зацеп встал на пути движения боевого взвода курка. Боевой взвод курка заскочит за шептало одиночной стрельбы, и курок остановится в заднем положении.

Для производства следующего выстрела необходимо отпустить спусковой крючок и снова нажать на него.

Когда **спусковой крючок** будет отпущен, он под действием концов боевой пружины повернется вместе с **шепталом одиночной стрельбы**, шептало одиночной стрельбы выйдет из зацепления с боевым взводом курка и освободит курок. **Курок** под действием боевой пружины поворачивается и становится на боевой взвод. При нажатии на спусковой крючок его фигурный выступ выйдет из зацепления с боевым взводом курка, и работа частей и механизмов повторится. **Произойдет очередной выстрел.**

При постановке автомата на предохранитель переводчик закрывает ступенчатый вырез крышки ствольной коробки и становится на пути движения рукоятки затворной рамы назад. Сектор переводчика поворачивается вперед и становится над правым прямоугольным выступом спускового крючка (запирает спусковой крючок).

12.6. Задержки при стрельбе из автомата (ручного пулемета) и способы их устранения

Части и механизмы автомата (ручного пулемета) при правильном обращении и надлежащем уходе длительное время работают надежно и безотказно. Однако в результате загрязнения механизмов, износа частей и небрежного обращения с автоматом (ручным пулеметом), а также при неисправности патронов могут возникнуть задержки при стрельбе.

Возникшую при стрельбе задержку следует попытаться устранить перезаряданием, для чего быстро отвести затворную раму за рукоятку назад до отказа, отпустить ее и продолжать стрельбу. Если задержка не устранилась, то необходимо выяснить причину ее возникновения и устранить задержку, как указано в таблице 12.4.

**Задержки при стрельбе и их характеристика,
причины и способы устранения**

Задержки и их характеристика	Причины задержек	Способ устранения.
Задержки, возникающие при движении подвижных частей вперед		
Неподача патрона Затвор в переднем положении, но выстрела не произошло, в патроннике нет патрона.	1. Загрязнение, неисправность магазина. 2. Неисправность защелки магазина.	Перезарядить оружие, продолжать стрельбу. При повторении задержки заменить магазин. При неисправности защелки магазина отправить автомат (пулемет) в ремонтную мастерскую
Утыкание патрона Патрон пулей уткнулся в казенный срез ствола, подвижные части остались в среднем положении.	Неисправность магазина.	Удалить уткнувшийся патрон и продолжить стрельбу. При повторении задержки заменить магазин.
Не доход затворной рамы в переднее положение	Поломка возвратной пружины.	Заменить пружину. В боевой обстановке переднюю часть пружины повернуть заправленным концом назад и продолжать стрельбу.
Задержки, возникающие при стрельбе		
Осечка. Затвор в переднем положении, патрон в патроннике, курок спущен, выстрела не произошло.	1. Неисправность патрона. 2. Неисправность ударника или ударно-спускового механизма; загрязнение или застывание смазки (отсутствует или малый накол бойка на капсуле). 3. Заклинивание ударника в затворе.	Перезарядить оружие, продолжать стрельбу. При повторной задержке осмотреть и прочистить ударник и ударно-спусковой механизм. При поломке или износе ударно-спускового механизма автомат (пулемет) отправить в ремонтную мастерскую. Отделить ударник от затвора и прочистить отверстие в затворе под ударником.

Задержки и их характеристика	Причины задержек	Способ устранения.
Задержки, возникающие при движении подвижных частей назад		
<p>Не извлечение гильзы</p> <p>Гильза в патроннике, очередной патрон упирается в нее пулей, подвижные части в среднем положении.</p>	<p>1. Грязный патрон или загрязнение патронника.</p> <p>2. Загрязнение или неисправность выбрасывателя или его пружины.</p>	<p>Отвести рукоятку затворной рамы назад и, удерживая ее в заднем положении, отделить магазин и извлечь уткнувшийся патрон. Затвором или шомполом извлечь гильзу из патронника. Продолжать стрельбу. При повторении задержки прочистить патронник и патроны. Осмотреть и очистить от грязи выбрасыватель и продолжать стрельбу. При неисправности выбрасывателя автомат (пулемет) отправить в ремонтную мастерскую.</p>
<p>Прихват или не отражение гильзы</p> <p>Гильза не выброшена из ствольной коробки, а осталась впереди затвора или дослана затвором обратно в патронник.</p>	<p>1. Загрязнение трущихся частей, газовых путей патронника.</p> <p>2. Загрязнение или неисправность выбрасывателя.</p>	<p>Отвести рукоятку затворной рамы назад, выбросить гильзу и продолжать стрельбу. При повторении задержки прочистить газовые пути и трущиеся части, патронник; трущиеся части смазать.</p> <p>При неисправности выбрасывателя автомат (пулемет) отправить в ремонтную мастерскую</p>

12.7. Разборка и сборка автомата (ручного пулемета)

Разборка автомата (ручного пулемета) может быть неполная и полная.

Неполная разборка применяется для чистки, смазки и осмотра автомата (ручного пулемета).

Полная разборка применяется для чистки при сильном загрязнении автомата (ручного пулемета) и после нахождения его под дождем или в снегу, при ремонте.

Разборку и сборку автомата (ручного пулемета) необходимо производить на столе или чистой подстилке; части и механизмы класть в порядке разборки, обращаться с ними осторожно, не класть одну часть на другую и не применять излишних усилий и резких ударов.

При сборке автомата (ручного пулемета) сличить номера на его частях: у каждого автомата (пулемета) номеру на ствольной коробке должны соответствовать номера на газовой трубке, затворной раме, затворе, крышке ствольной коробки и других частях.

Перед разборкой пулемета установить его на сошку дульной частью влево, для чего освободить ноги сошки от пружинной застёжки и отвести сошку от ствола так, чтобы ее ноги заняли фиксированное положение. В конце сборки пулемета сложить ноги сошки, для чего, удерживая пулемет левой рукой в вертикальном положении, правой рукой (несколько сводя ноги сошки) прижать их к стволу и закрепить пружинной застёжкой.

Излишне частая разборка автомата (ручного пулемета) вредна, так как ускоряет изнашивание частей и механизмов. Поэтому обучение разборке и сборке на боевых автоматах (пулеметах) допускается лишь в исключительных случаях и с соблюдением особой осторожности в обращении с частями и механизмами.

12.7.1. Порядок неполной разборки

1. Отсоединить магазин, для чего удерживая автомат (ручной пулемет) левой рукой за шейку приклада или цевье, правой рукой обхватить магазин, как показано на рисунке 12.32, и нажимая большим пальцем на защелку, подать нижнюю часть магазина вперед и отделить его.



2. Проверить, нет ли патрона в патроннике, для

Рис. 12.32. Отделение магазина

чего: опустить переводчик вниз, поставив его в положение «АВ» или «ОД»; отвести рукоятку затворной рамы назад, осмотреть патронник, отпустить рукоятку затворной рамы и спустить курок с боевого взвода.

При разборке автомата (ручного пулемета) с ночным прицелом после отделения магазина отделить ночной прицел, для чего отвести ручку зажимного устройства влево и назад, сдвигая прицел назад, отделить его от автомата (пулемета).

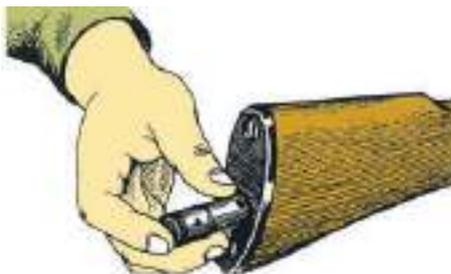


Рис. 12.33. Извлечение пенала

3. Вынуть пенал принадлежности из гнезда приклада, для чего утопить пальцем правой руки крышку гнезда приклада так, чтобы пенал под действием пружины вышел из гнезда, как показано на рисунке 12.33, раскрыть пенал и вынуть из него протирку, ершик, отвертку и выколотку.

У автомата со складывающимся прикладом пенал носится в кармане сумки для магазинов.

4. Отделить шомпол, для чего оттянуть конец шомпола от ствола так, чтобы его головка вышла из-под упора на основании мушки, как показано на рисунке 12.34, и вынуть шомпол.

При затруднительном отделении шомпола разрешается пользоваться выколоткой, которую следует вставить в отверстие головки шомпола, оттянуть от ствола конец шомпола и вынуть его.

5. Отделить у автомата дульный тормоз-компенсатор, у пулемета – пламегаситель, для чего утопить отверткой фиксатор дульного тормоза-компенсатора (пламегасителя), как показано на рисунке 12.35, и свернуть дульный тормоз-компенсатор (пламегаситель) с резьбового выступа основания мушки (со ствола), вращая его против хода часовой стрелки.

В случае чрезмерно тугого вращения дульного тормоза-компенсатора (пламегасителя) допускается производить отворачи-



Рис. 12.34. Отделение шомпола

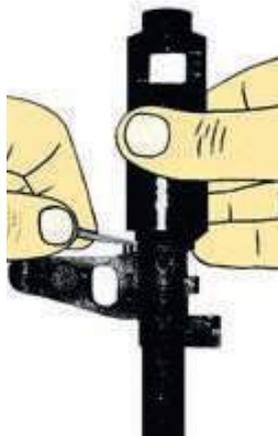


Рис. 12.35. Отделение дульного тормоза-компенсатора

вание его с помощью выколотки (шомпола), вставленной в окна дульного тормоза-компенсатора (щели пламегасителя).

6. Отделить крышку ствольной коробки, для чего левой рукой обхватить шейку приклада, большим пальцем этой руки нажать на выступ направляющего стержня возвратного механизма, правой рукой приподнять вверх заднюю часть крышки ствольной коробки, как показано на рисунке 12.36, и отделить крышку.



Рис. 12.36. Отделение крышки ствольной коробки

7. Отделить возвратный механизм, для чего удерживая автомат (пулемет) левой рукой за шейку приклада, правой рукой подать вперед направляющий стержень возвратного механизма до выхода его пятки из продольного паза ствольной коробки, приподнять задний конец направляющего стержня, как показано на рисунке 12.37, и извлечь возвратный механизм из канала затворной рамы.

8. Отделить затворную раму с затвором, для чего продолжая удерживать автомат левой рукой, правой рукой отвести затворную раму назад до отказа, приподнять ее вместе с затвором, как показано на рисунке 12.38, и отделить от ствольной коробки.



Рис. 12.37. Отделение возвратного механизма



Рис. 12.38. Отделение затворной рамы с затвором



Рис. 12.39. Отделение затвора от затворной рамы



Рис. 12.40. Отделение газовой трубки со ствольной накладкой

9. Отделить затвор от затворной рамы, для чего взять затворную раму в левую руку затвором кверху, как показано на рисунке 12.39, правой рукой отвести затвор назад, повернуть его так, чтобы ведущий выступ затвора вышел из фигурного выреза затворной рамы, и вывести затвор вперед.

10. Отделить газовую трубку со ствольной накладкой, для чего удерживая автомат (пулемет) левой рукой, правой рукой надеть пенал принадлежности прямоугольным отверстием на выступ замыкателя газовой трубки, повернуть замыкатель от себя до вертикального положения, как показано на рисунке 12.40, и снять газовую трубку со ствольной накладкой с патрубком газовой камеры.

12.7.2. Порядок сборки после неполной разборки

1. Присоединить газовую трубку со ствольной накладкой, для чего удерживая автомат (пулемет) левой рукой, правой надвинуть газовую трубку передним концом на патрубок газовой камеры и плотно прижать задний конец ствольной накладки к стволу; повернуть с помощью пенала принадлежности замыкатель на себя до входа его фиксатора в выем на колодке прицела.

2. Присоединить затвор к затворной раме, для чего взять затворную раму в левую руку, а затвор в правую и вставить его цилиндрической частью в канал рамы; повернуть затвор так, чтобы его ведущий выступ вошел в фигурный вырез затворной рамы, и продвинуть затвор вперед.

3. Присоединить затворную раму с затвором к ствольной коробке, для чего взять затворную раму в правую руку так, чтобы затвор удерживался большим пальцем в переднем положении; левой рукой обхватить шейку приклада, правой ввести газовый поршень в полость колодки прицела и продвинуть затворную раму вперед настолько, чтобы отгибы ствольной коробки вошли в пазы затворной рамы, небольшим усилием прижать ее к ствольной коробке и продвинуть вперед.

4. Присоединить возвратный механизм, для чего правой рукой ввести возвратный механизм в канал затворной рамы; сжимая возвратную пружину, подать направляющий стержень вперед и, опустив несколько книзу, ввести его пятку в продольный паз ствольной коробки.

5. Присоединить крышку ствольной коробки, для чего вставить крышку ствольной коробки передним концом в полукруглый вырез на колодке прицела; нажать на задний конец крышки ладонью правой руки вперед и книзу так, чтобы выступ направляющего стержня возвратного механизма вошел в отверстие крышки ствольной коробки.

6. Спустить курок с боевого взвода и поставить на предохранитель, для чего нажать на спусковой крючок и поднять переводчик вверх до отказа.

7. Присоединить дульный тормоз-компенсатор (у пулемета – пламегаситель), для чего навернуть дульный тормоз-компенсатор (пламегаситель) на резьбовой выступ основания мушки (на ствол) до упора.

Если паз дульного тормоза-компенсатора (пламегасителя) не совпал с фиксатором, необходимо отвернуть дульный тормоз-компенсатор или пламегаситель (не более одного оборота) до совмещения паза с фиксатором.

8. Присоединить шомпол.

9. Вложить пенал в гнездо приклада, для чего уложить протирку, ершик, отвертку и выколотку в пенал и закрыть его крышкой, вложить пенал дном в гнездо приклада и утопить его так, чтобы гнездо закрылось крышкой.

У автоматов со складывающимся прикладом пенал убирается в карман сумки для магазинов.

10. Присоединить магазин к автомату (пулемету), для чего удерживая автомат (пулемет) левой рукой за шейку приклада или цевье, правой рукой ввести в окно ствольной коробки зацеп магазина и повернуть магазин на себя так, чтобы защелка заскочила за опорный выступ магазина.

При сборке автомата (пулемета) с ночным прицелом до присоединения магазина присоединить прицел НСПУ.

12.8. Уход за автоматом (ручным пулеметом)

Автомат (ручной пулемет) должен содержаться в полной исправности и быть готовым к действию. Это достигается своевременной и умелой чисткой и смазкой, правильным хранением.

Чистка автомата (ручного пулемета), находящегося в подразделении, производится:

при подготовке к стрельбе;

после стрельбы боевыми и холостыми патронами – немедленно по окончании стрельбы на стрельбище (в поле). При этом чистятся и смазываются ствольная коробка, канал ствола, газовая камора, газовый поршень, затворная рама и затвор;

окончательная чистка автомата (пулемета) производится по возвращении со стрельбы и в течение последующих 3–4 дней ежедневно;

после наряда и занятий в поле без стрельбы – по возвращении с наряда или занятий;

в боевой обстановке и на длительных учениях – ежедневно в периоды затишья боя и во время перерывов учений;

если автомат (ручной пулемет) не применялся – не реже одного раза в неделю.

После чистки автомат (ручной пулемет) смазать. Смазку наносить только на хорошо очищенную и сухую поверхность металла немедленно после чистки, чтобы не допустить воздействия влаги на металл.

Чистку автомата (ручного пулемета) производить в следующем порядке:

1. Подготовить материалы для чистки и смазки.

2. Разобрать автомат (ручной пулемет).

3. Осмотреть принадлежность и подготовить ее для использования при чистке.

4. Прочистить канал ствола. Положить автомат (ручной пулемет) в вырезы стола для чистки оружия или на обычный стол, а при отсутствии стола автомат (ручной пулемет) упереть прикладом в землю или пол.

В холодное время года при температуре + 5° С и ниже автомат (ручной пулемет) смазывать только жидкой ружейной смазкой. При переходе с одной смазки на другую надо тщательно удалить старую смазку со всех частей автомата (пулемета). *Для удаления смазки необходимо произвести полную разборку автомата (ручного пулемета), промыть все металлические части в жидкой ружейной смазке и обтереть их чистой ветошью.*

Вопросы для контроля и самопроверки

1. Для чего предназначен автомат (ручной пулемет) Калашникова?
2. Какими боевыми свойствами обладает АК-74?
3. Какими боевыми свойствами обладает РПК-74?
4. Для чего предназначена затворная рама с газовым поршнем?
5. Для чего предназначен затвор?
6. Для чего предназначен возвратный механизм?
7. Для чего предназначена газовая трубка?
8. Для чего предназначена газовая камора?

9. Для чего предназначен дульный тормоз-компенсатор?
10. Для чего предназначен пламегаситель?
11. В чем заключается принцип работы автомата (ручного пулемета), как вы его понимаете?
12. Как работают части и механизмы автомата (ручного пулемета) при стрельбе очередями?
13. Как работают части и механизмы автомата (ручного пулемета) при стрельбе одиночным огнем?
14. Как работают части и механизмы автомата (ручного пулемета) при включении предохранителя?
15. Какие причины задержек при стрельбе следует отнести к основным?
16. Какие действия необходимо выполнить при не доходе затворной рамы в переднее положение?
17. Какие виды разборки применяют при загрязнении автомата (ручного пулемета)?
18. В какой последовательности выполняется неполная разборка автомата (ручного пулемета)?
19. В какой последовательности выполняется сборка автомата (ручного пулемета) после неполной разборки?

13. Ручные осколочные гранаты

Граната – взрывчатый боеприпас, предназначенный для поражения живой силы и техники противника с помощью ручного метания.

Ручные гранаты часто называют «карманной артиллерией» солдата.

Гранаты классифицируют по назначению и поражающему действию.

По назначению гранаты классифицируют на:

противотанковые;

противопехотные;

зажигательные;

специального назначения (дымовые, осветительные, сигнальные и др.).

По поражающему действию гранаты классифицируют на:

фугасные (поражающее действие взрывной волной),

осколочные (поражающее действие осколками),

кумулятивные (поражающее действие направленной струей).

Назначение и устройство ручных осколочных гранат, работа их частей и механизмов, меры безопасности при обращении с гранатами изложены в [2, 5, 7], других источниках и приведены ниже.

13.1. Назначение и устройство

Ручные осколочные гранаты предназначены для поражения осколками живой силы противника в ближнем бою (при атаке, в окопах, убежищах, населенных пунктах, лесу, горах и т. п.).

На вооружении Вооруженных Сил Российской Федерации стоят следующие осколочные гранаты, представленные на рисунке 13.1:

наступательные – РГД-5 (ручная граната дистанционного действия) и РГН (ручная граната наступательная);

оборонительные – Ф-1 и РГО (ручная граната оборонительная).



Рис. 13.1. Ручные осколочные гранаты: РГД-5, РГН, Ф-1, РГО.

Ручные осколочные гранаты РГД-5 и Ф-1 комплектуются модернизированным унифицированным запалом к ручным гранатам УЗРГМ, а РГН и РГО – ударно-дистанционным запалом УДЗ.

Боевые свойства ручных осколочных гранат представлены в таблице 13.1.

Таблица 13.1

Боевые свойства ручных осколочных гранат

Боевые свойства	РГД-5	РГН	Ф-1	РГО
Боекомплект, шт.	2	2	1	1
Тип боеприпаса	наступательная осколочная		оборонительная осколочная	
Средняя дальность броска, м	40 – 50	25 – 45	35 – 45	20 – 40
Радиус разлета убойных осколков, м	25	15	200	100 и более
Тип запала	УЗРГМ	УДЗ	УЗРГМ	УДЗ
Время горения замедлителя, с	3,2 – 4,2	3,3 – 4,3	3,2 – 4,2	3,3 – 4,3
Время дальнего взведения, с	–	1.0 – 1.8	–	1.0 – 1.8
Масса разрывного заряда, г	110	114	60	92
Вес снаряженной гранаты, г	310	310	600	530

13.1.1. Назначение и устройство гранаты РГД-5

Ручная осколочная граната РГД-5 относится к противопехотным осколочным ручным гранатам **дистанционного действия** (означает, что граната взорвется через определенное время (3,2–4,2 секунды) после того, как ее выпустят, независимо от иных условий)

наступательного типа (означает, что осколки гранаты имеют небольшую массу и летят на меньшую дальность, чем возможная дальность броска).

Ручная осколочная граната РГД-5 предназначена для поражения живой силы противника фугасным действием взрывчатки и осколками, формирующимися при разрушении металлической оболочки гранаты.

Граната безотказно взрывается при падении в грязь, снег и воду.

Цели граната достигает за счет броска рукой. Метание гранаты осуществляется из различных положений при действиях в пешем порядке и на машинах.

Граната РГД-5, как показано на рисунке 13.2, состоит из корпуса (1) с трубкой для запала (7), разрывного заряда (9) и запала (6).

Корпус (1) предназначен для помещения разрывного заряда (9), трубки для запала (7), а также для образования осколков при взрыве гранаты.

Корпус выполнен из тонкой стали, при разрыве дает до 1500 осколков. Он состоит из двух частей – верхней и нижней.

Верхняя часть корпуса состоит из внешней оболочки, называемой колпаком (2), и вкладыша колпака (3). К верхней части с помощью манжеты (8) присоединяется трубка для запала (7).

Нижняя часть корпуса состоит из внешней оболочки, называемой поддоном (4), и вкладыша поддона (5).

Трубка для запала (7) предназначена для присоединения запала к гранате и для герметизации разрывного заряда в корпусе.

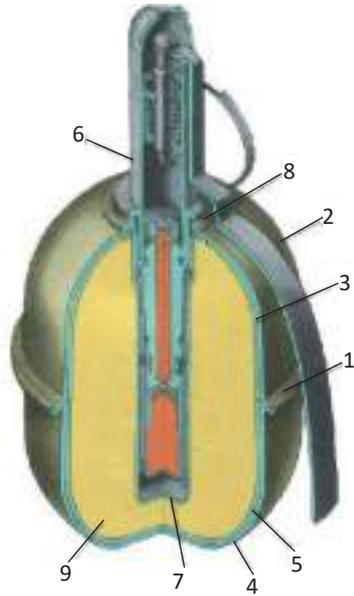


Рис. 13.2. Устройство ручной осколочной гранаты РГД-5:
 1 – корпус; 2 – колпак;
 3 – вкладыш колпака; 4 – поддон;
 5 – вкладыш поддона; 6 – запал;
 7 – трубка для запала;
 8 – манжета; 9 – разрывной заряд

Для предохранения трубки от загрязнения в нее ввинчивается пластмассовая пробка. При подготовке гранаты к метанию вместо пробки в трубку ввинчивается запал (6).

Разрывной заряд (9) – тротил, заполняет корпус и служит для разрыва гранаты на осколки.

Запал (6) – модернизированный унифицированный запал к ручным гранатам УЗРГМ (УЗРГМ-2).

13.1.2. Назначение и устройство гранаты Ф-1

Ручная осколочная граната Ф-1 относится к противопехотным осколочным ручным гранатам **дистанционного действия**, **предназначена** для поражения живой силы преимущественно в оборонительном бою.

Из-за значительного радиуса разлета осколков (до 200 метров) метать ее можно только из-за укрытия, из бронетранспортера или танка (самоходной артиллерийской установки).

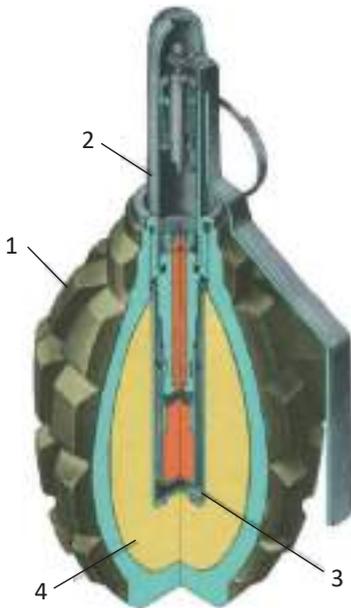


Рис. 13.3. Устройство ручной осколочной гранаты РГД-5:

1 – корпус; 2 – запал; 3 – трубка для запала; 4 – разрывной заряд

Ручная осколочная граната Ф-1, как показано на рисунке 13.3, **состоит** из корпуса (1) с трубкой для запала (3), разрывного заряда (4) и запала (2).

Корпус (1) служит для помещения разрывного заряда и запала, а также для образования осколков при взрыве гранаты.

Корпус гранаты чугунный, с продольными и поперечными бороздами, по которым граната обычно разрывается на осколки. Корпус при разрыве дает до 290 крупных тяжелых осколков.

В верхней части корпуса имеет нарезное отверстие для ввинчивания запала. При хранении, транспор-

тировке и переноске гранаты в это отверстие ввернута пластмассовая пробка. При подготовке гранаты к метанию вместо пробки в трубку ввинчивается запал (2).

Трубка для запала (3) служит для присоединения запала к гранате и для герметизации разрывного заряда в корпусе.

Разрывной заряд (4) – тротил, заполняет корпус и служит для разрыва гранаты на осколки.

Запал (2) – модернизированный унифицированный запал к ручным гранатам УЗРГМ (УЗРГМ-2).

13.1.3. Назначение и устройство запала УЗРГМ

Запал УЗРГМ (унифицированный запал ручной гранаты модернизированный) **предназначен** для взрыва разрывного заряда.

Запал УЗРГМ состоит, как показано на рисунке 13.4, из ударного механизма и собственно запала.



Рис. 13.4. Запал гранаты УЗРГМ: а – общий вид; б – в разрезе;

- 1 – трубка ударного механизма; 2 – направляющая шайба; 3 – боевая пружина; 4 – ударник; 5 – шайба ударника; 6 – спусковой рычаг; 7 – предохранительная чека с кольцом; 8 – соединительная втулка; 9 – капсюль-воспламенитель; 10 – втулка замедлителя; 11 – замедлитель; 12 – капсюль-детонатор

Ударный механизм предназначен для воспламенения капсюля-воспламенителя запала. Он состоит из трубки ударного механизма (1), направляющей шайбы (2), боевой пружины (3), ударника (4), шайбы ударника (5), спускового рычага (6), предохранительной чеки с кольцом (7) и соединительной втулки (8).

Трубка ударного механизма является основанием для сборки всех частей запала.

Направляющая шайба является упором для верхнего конца боевой пружины и направляет движение ударника. Она закреплена в верхней части трубки ударного механизма.

Боевая пружина предназначена для сообщения ударнику энергии, необходимой для накола капсюля-воспламенителя. Она надета на ударник и своим верхним концом упирается в направляющую шайбу, а нижним – в шайбу ударника.

Ударник предназначен для накола и воспламенения капсюля-воспламенителя.

Шайба ударника является упором для нижнего конца боевой пружины. Она надета на нижний конец ударника.

Спусковой рычаг предназначен для удержания ударника во взведенном положении. На трубке ударного механизма спусковой рычаг удерживается предохранительной чекой.

Предохранительная чека с кольцом предназначена для удержания спускового рычага. Предохранительная чека проходит через отверстия проушины спускового рычага и стенок трубки ударного механизма. Кольцо служит для ее выдергивания.

Соединительная втулка предназначена для соединения запала с корпусом гранаты. Она надета на нижнюю часть трубки ударного механизма.

Запал предназначен для взрыва разрывного заряда гранаты. Он состоит (см. рис. 13.4) из капсюля-воспламенителя (9), втулки замедлителя (10), замедлителя (11) и капсюля-детонатора (12).

Втулка замедлителя является основанием для сборки всей конструкции запала. В верхней части имеет резьбу для соединения с трубкой ударного механизма и гнездо для капсюля-воспламенителя, внутри – канал, в котором помещается замедлитель, снаружи – проточку для присоединения гильзы капсюля-детонатора.

Капсюль-воспламенитель предназначен для воспламенения замедлителя.

Замедлитель служит для передачи луча огня от капсюля-замедлителя к капсюлю-детонатору. Он состоит из запрессованного специального специального бездымного состава.

Капсюль-детонатор служит для подрыва разрывного заряда гранаты. Он помещен в гильзе, закрепленной на нижней части втулки замедлителя.

Основной претензией к гранатам РДГ-5 и Ф-1 был дистанционный запал. Он хорошо выполнял свои функции, но фиксированное время от броска гранаты до подрыва заряда заметно снижало эффективность применения. Так, противник мог заметить бросок и успеть укрыться от осколков, а граната при определенных условиях могла откатиться от нужного места или даже отскочить в сторону. Кроме того, применяемые запалы выдают положение использующего гранату громким хлопком, который возникает при срабатывании спускового рычага и наколе капсюля-воспламенителя.

В связи с вышеизложенным, в конце семидесятых годов прошлого века были начаты разработки новых гранат, которые могли бы взрываться не только по истечении определенного времени, но и при контакте с поверхностью. В таком случае вероятность ненужных перемещений гранаты снижалась, а у противника не оставалось шансов спрятаться. С 1981 года в Вооруженные Силы стали поступать гранаты нового образца – РГН и РГО.

13.1.4. Назначение и устройство гранаты РГН

Ручная граната наступательная РГН относится к противопехотным осколочным ручным гранатам **ударно-дистанционного действия**, предназначена для поражения осколками живой силы противника в ближнем бою (при атаке, в окопах, убежищах, населенных пунктах, лесу, горах и т.п.) в любое время года при температуре окружающего воздуха от +50 до –50°С.

Ручная осколочная граната РГН, представленная на рисунке 13.5, состоит из корпуса, заряда взрывчатой смеси, детонационной шашки и ударно-дистанционного запала УДЗ.

Корпус предназначен для размещения в нем взрывчатой смеси, детонаторной шашки, запала, а также для образования осколков при взрыве.

Корпус гранаты РГН состоит из двух полусфер (1, 2). Торцы обеих полусфер обточены так, чтобы на кромку нижней полусферы можно

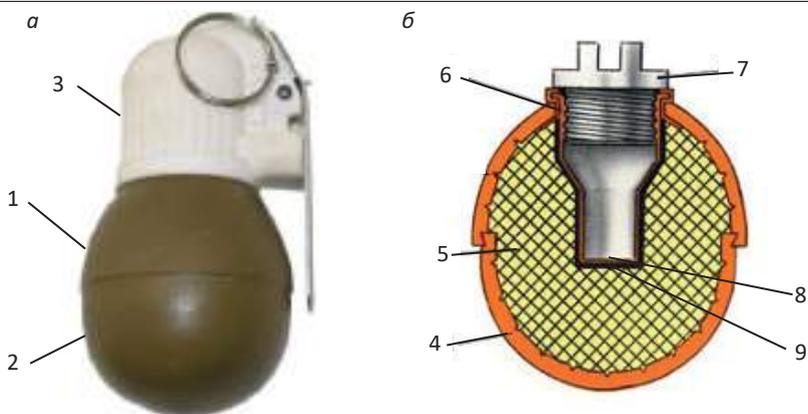


Рис. 13.5. Граната РГН: а – общий вид; б – в разрезе;
 1 – нижняя полусфера; 2 – верхняя полусфера; 3 – ударно-дистанционный
 запал; 4 – насечки; 5 – взрывчатая смесь; 6 – стакан; 7 – пробка;
 8 – прокладка; 9 – шашка

было одеть верхнюю и соединить их обжатием верхней части. Для обеспечения герметичности между полусферами укладывается полиэтиленовое кольцо.

Корпус выполнен из алюминиевого сплава с внутренней насечкой (4), при разрыве дает 220 – 300 осколков средним весом 0,42 г с начальной скоростью разлета 700 м/с, приведенная площадь разлета осколков составляет 95-96 кв. м. На образование убойных осколков идет 73% массы корпуса гранаты.

В верхней части корпуса при помощи манжеты завальцован **стакан** (6) с резьбой для ввинчивания в него **ударно-дистанционного запала** (3) и обеспечения герметизации взрывчатой смеси. На время транспортирования и хранения в стакан на смазке ввинчивается **пробка** (7).

Взрывчатая смесь (5), состоящая из гексогена и тротила, заполняет корпус и предназначена для разрыва гранаты на осколки.

Детонаторная шашка (9) предназначена для передачи детонации от запала к взрывчатой смеси. Устанавливается на дно углубления в взрывчатой смеси нижней полусферы корпуса. Для исключения перемещения шашки ставится **прокладка** (8).

13.1.5. Назначение и устройство гранаты РГО

Ручная граната оборонительная РГО относится к противопехотным осколочным ручным гранатам **ударно-дистанционного действия**, предназначена для поражения живой силы противника из-за укрытия (в оборонительном бою) в различных условиях местности и в любое время года при температуре окружающего воздуха от +50 до –50°С.

Ручная осколочная граната РГО, представленная на рисунке 13.6, состоит из корпуса, заряда взрывчатой смеси, детонационной шашки и ударно-дистанционного запала УДЗ.

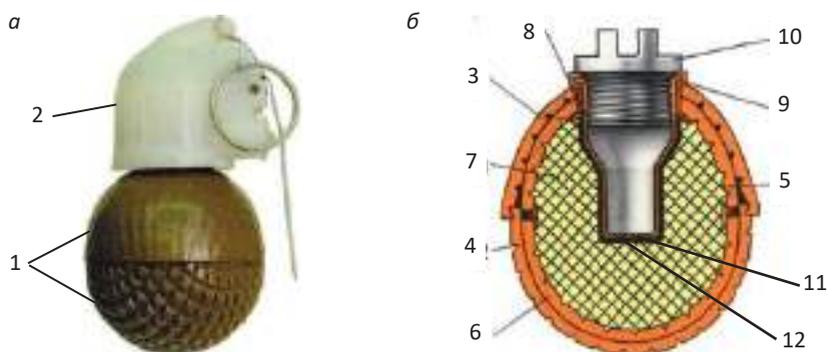


Рис. 13.6. Граната РГО: а – общий вид; б – в разрезе;

- 1 – корпус; 2 – ударно-дистанционный запал; 3 – верхняя внешняя полусфера;
 4 – нижняя внешняя полусфера; 5 – верхняя внутренняя полусфера;
 6 – нижняя внутренняя полусфера; 7 – взрывчатая смесь; 8 – стакан;
 9 – манжета; 10 – пробка; 11 – прокладка; 12 – шашка

Корпус (1) предназначен для размещения в нем взрывчатой смеси, детонаторной шашки, запала, а также для образования осколков при взрыве.

Корпус РГО состоит из четырех полусфер:

верхней и нижней внешних полусфер (3 и 4). Нижняя внешняя полусфера оборонительной гранаты имеет наружную насечку. Это позволяет по внешнему виду отличать ее от наступательной гранаты РГН; верхней и нижней внутренних полусфер (5 и 6), которые предназначены для увеличения количества убойных осколков и имеют насечки.

Все четыре полусферы изготовлены из стали. Корпус при разрыве дает 670–700 осколков весом 0,46 г и скоростью до 1200 м/с. На образование убойных осколков идет 73 % массы корпуса гранаты. Энергия осколков гранаты РГО втрое превосходит энергию осколков гранаты РГН, а приведенная площадь разлета осколков составляет 213–286 кв. м.

В верхней части корпуса гранаты при помощи *манжеты* (9) завальцован тонкостенный *стакан* (8) с крупной резьбой для ввинчивания в него **ударно-дистанционного запала** (2). В процессе транспортировки и хранения гранат во избежание загрязнения стакана в него вставляется или ввинчивается *пробка* (10).

Взрывчатая смесь (7), состоящая из гексогена и тротила заполняет корпус и предназначена для разрыва гранаты на осколки.

Детонаторная шашка (12) предназначена для передачи детонации от запала к взрывчатой смеси. Устанавливается на дно углубления в взрывчатой смеси нижней полусферы корпуса. Для исключения перемещения шашки ставится *прокладка* (11).

РГН и РГО имеют одинаковый ударно-дистанционный запал УДЗ.

13.1.6. Назначение и устройство запала УДЗ

Ударно-дистанционный запал УДЗ предназначен для подрыва разрывного заряда гранаты.

Запал УДЗ имеет две цепи срабатывания: ударно-дистанционную и дистанционную (самоликвидатор). Цепи дублируют друг друга, а взрыв гранаты происходит либо от удара о преграду по истечении времени дальнего взведения (1-1,8 сек), либо (если удара не произошло или он был недостаточно сильным) по истечении времени самоликвидации (3,2-4,2 сек).

Запал собран в пластмассовом корпусе и состоит из накольно-предохранительного механизма, механизма дальнего взведения, датчика цели, механизма самоликвидатора (дистанционного устройства) и детонирующего узла.

Накольно-предохранительный механизм, представленный на рисунке 13.7, предназначен для обеспечения безопасности в обращении с гранатой (после того, как выдернута чека гранаты, механизм дальнего взведения срабатывает только после броска гранаты).

Состоит из спускового рычага, жала, ударника с боевой пружиной, кольца с чекой, планки, заглушки и капсюля-воспламенителя.

Механизм дальнего взведения, представленный на рисунке 13.8, предназначен для взведения запала через 1-1,8 секунды после броска (т.е. на удалении от метящего) и включает пороховые предохранители со стопорами (две втулки с пиротехническими составами), капсюль-воспламенитель, движок и пружину.

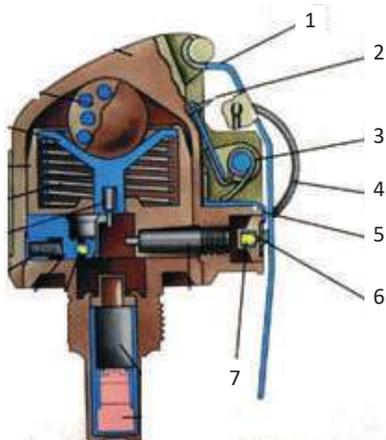


Рис. 13.7. Накольно-предохранительный механизм:
1 – спусковой рычаг; 2 – жало;
3 – ударник с боевой пружиной;
4 – кольцо с чекой; 5 – планка;
6 – заглушка; 7 – капсюль-воспламенитель

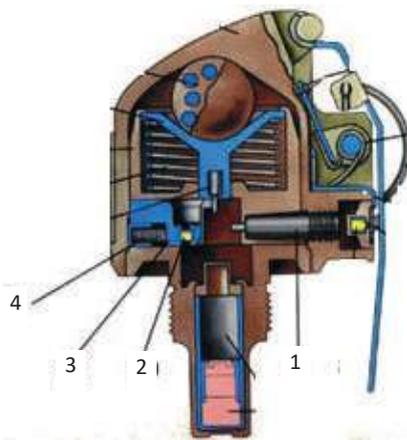


Рис. 13.8. Механизм дальнего взведения:
1 – пороховые предохранители;
2 – капсюль-воспламенитель;
3 – движок; 4 – пружина

Датчик цели, представленный на рисунке 13.9, предназначен для обеспечения срабатывания запала при ударе гранаты о преграду в любом положении.

Датчик цели состоит из шаровидного груза (инерционного тела), втулки, гильзы, пружины, жала.

Детонирующий узел предназначен для подрыва разрывного заряда гранаты после срабатывания остальных частей запала и включает в себя капсюль-детонатор (6).

Механизм самоликвидатора (дистанционное устройство), представленный на рисунке 13.10, предназначен обеспечения замедления подрыва на 3,3–4,4 секунды после броска гранаты и состоит из капсюль-детонатора и втулки с замедлительным составом.

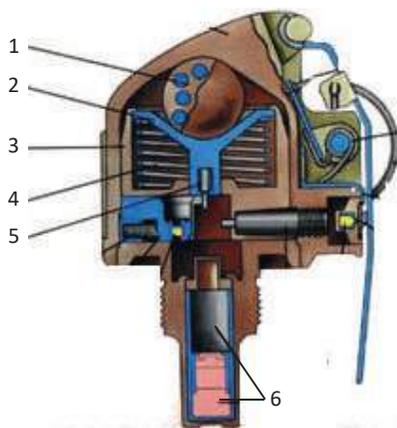


Рис. 13.9. Датчик цели: 1 – груз; 2 – втулка; 3 – гильза; 4 – пружина; 5 – жало; 6 – капсюль-детонатор

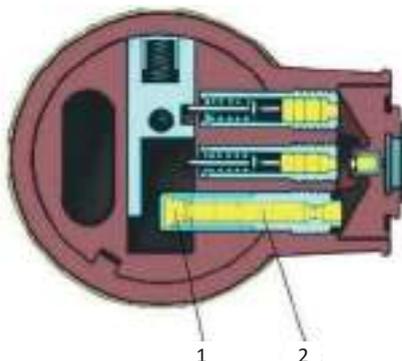


Рис. 13.10. Механизм самоликвидатора (дистанционное устройство): 1 – капсюль-детонатор; 2 – замедлитель

13.2. Работа частей и механизмов гранат

13.2.1. Работа частей и механизмов гранат, оснащенных запалом УЗРГМ

Положение частей и механизмов гранаты до броска представлено на рисунке 13.11 (а) и является следующим: **запал** ввинчен в трубку запала; **ударник** взведен и удерживается в верхнем положении вилкой спускового рычага, соединенного с трубкой ударного механизма предохранительной чекой; концы **предохранительной чеки** разведены и прочно удерживают ее в запале.

Перед метанием гранаты необходимо выпрямить (свести концы) шплинта (чеки) и выдернуть шплинт за кольцо, при этом рычаг рукой удерживается в исходном положении (прижатом к корпусу гранаты).

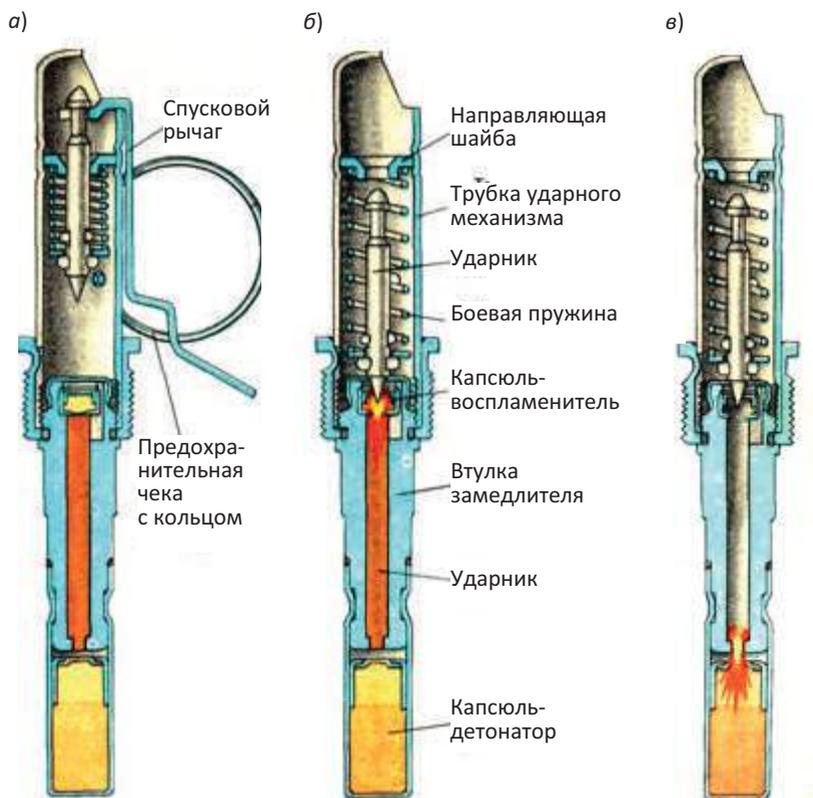


Рис. 13.11. Работа частей и механизмов гранаты:

- а) исходное положение деталей; б) чека выдернута, граната брошена, капсюль-воспламенитель наколот; в) замедлитель сгорает, срабатывает капсюль-детонатор

После броска гранаты происходит следующее.

Спусковой рычаг отделяется от гранаты и освобождает ударник.

Ударник, как показано на рисунке 13.11 (б), под действием спусковой пружины наносит удар по капсюлю-воспламенителю и воспламеняет его.

Луч огня от **капсюля-воспламенителя** воспламеняет **замедлитель** (дистанционную часть запала) и через 3,2-4,2 сек., передается капсюлю-детонатору, как показано на рисунке 13.11 (в).

Капсюль-детонатор взрывается и подрывает разрывной запал гранаты. Корпус гранаты разрывается, а осколки корпуса и запала разлетаются в разные стороны.

13.2.2. Работа частей и механизмов гранат, оснащенных запалом УДЗ

Положение частей и механизмов гранаты до броска является следующим: **запал** ввинчен в стакан гранаты; **ударник** повернут в верхнее (взведенное) положение и удерживается **рычагом**, который прижат к корпусу и зафиксирован шплинтом (чекой); **стопоры** удерживают **движок с капсюлем** в сдвинутом к краю запала положении так, что капсюль выведен из-под **жала**, **пружина движка** сжата; **груз** поджат к корпусу **гильзы**, перемещение которой ограничено движком.

Сложная конструкция запала обеспечивает сочетание безопасности обращения (6 ступеней предохранения) с гарантированным срабатыванием.

Перед метанием гранаты необходимо выпрямить (свести концы) шплинта (чеки) и выдернуть шплинт за кольцо, при этом рычаг рукой удерживается в исходном положении (прижатым к корпусу гранаты).

После броска гранаты происходит следующее.

При полете **рычаг**, под действием **пружины**, отбрасывается от гранаты и освобождает **ударник**, который поворачивается и накаливает своим **жалом капсюль**.

Луч огня поджигает составы **дистанционного узла и механизма дальнего взведения** (аналогия с замедлителем УЗРГМ).

После их выгорания стопоры отводятся своими пружинами к краю запала и освобождают **движок**, который смещается под действием своей пружины к оси запала, ставит **капсюль** напротив **жала датчика цели**.

При встрече с преградой **груз датчика цели** под действием инерции перемещается и вызывает смещение **гильзы**, в результате которого жало накаливает **капсюль**. Луч огня инициирует **капсюль-детонатор**. Последний передает детонацию **детонационной шашке**, вызывающей подрыв заряда гранаты.

Шаровидная форма груза и его крепление позволяют «поймать» составляющую инерции в широком диапазоне углов.

В случае несрабатывания датчика цели (падение в грязь, снег, строго «на бок») капсюль-детонатор будет инициирован от **капсюля-детонатора дистанционного устройства** после выгорания дистанционного состава (3,3–4,3 с).

Взрыв капсюля-детонатора усиливается детонаторной шашкой и передается на разрывной заряд гранаты, в результате корпус гранаты делится на осколки, обеспечивая их сферический разлет.

13.3. Меры безопасности при обращении с гранатами

Гранаты поступают в войска в деревянных ящиках. В ящик гранаты, рукоятки и запалы укладываются отдельно в металлических коробках. Для вскрытия коробок имеется нож.

Гранаты переносятся в сумках для гранат. Запалы помещаются в них отдельно от гранат, при этом каждый запал должен быть завернут в бумагу или чистую ветошь.

Перед укладкой в сумку и перед заряданием гранаты и запалы осматриваются. При осмотре обращать внимание на то, чтобы:

корпус гранаты не имел глубоких вмятин и проржавления;

трубка для запала не была засоренной и не имела сквозных повреждений;

запал был чистым и не имел проржавления и помятостей;

концы предохранительной чеки были разведены и не имели трещин на изгибах. **Запалы с трещинами или с зеленым налетом к применению непригодны.**

Оберегать гранаты и запалы от сильных толчков, ударов, огня, грязи и сырости. Если они были загрязнены или подмочены, при первой возможности гранаты тщательно обтереть и просушить на солнце или в теплом помещении, но не около огня. Просушивать гранаты обязательно под наблюдением.

Заряжать гранату (вставлять запал) разрешается только перед ее метанием.

Разбирать боевые гранаты и устранять в них неисправности, переносить гранаты вне сумок (подвешенными за кольцо предохранительной чеки), а также трогать неразорвавшиеся гранаты запрещается.

Негодными к применению считаются гранаты, упавшие с высоты более одного метра, а также имеющие следующие дефекты:
трещины и зеленый налет на запалах, помятости корпуса;
нарушения резьбы;
коррозию;
явные признаки длительного пребывания в воде или смазке;
течь взрывчатого вещества через соединения.

К метанию боевых гранат допускаются обучаемые, успешно выполнившие упражнения по метанию учебных и учебно-имитационных гранат.

При обучении метанию боевых гранат следует соблюдать следующие меры предосторожности:

обучаемые должны быть в стальных шлемах;

перед заряданием осмотреть гранаты и запалы;

в случае обнаружения неисправностей доложить командиру;

метание осколочной оборонительной и противотанковой гранат производить из окопа или из-за укрытия, не пробиваемого осколками, под руководством офицера;

при метании одним обучаемым нескольких гранат каждую последующую гранату бросать по истечении не менее 5 сек после взрыва предыдущей;

если граната не была брошена (предохранительная чека не вынималась), разряжание ее производить только по команде и под непосредственным наблюдением командира;

вести учет неразорвавшихся гранат и отмечать места их падения красными флажками;

район метания ручных гранат оцеплять в радиусе не менее 300 метров;

личный состав, не занятый метанием гранат, отводить в укрытие или на безопасное удаление от огневого рубежа (не ближе 350 м);

исходное положение для метания гранат обозначать белыми флажками, огневой рубеж – красными;

пункт выдачи гранат и запалов оборудовать в укрытии не ближе 25 м от исходного положения.

Вопросы для контроля и самопроверки

1. Какие боевые свойства присущи гранате РГД-5?
2. Какие боевые свойства присущи гранате РГН?
3. Какие боевые свойства присущи гранате Ф-1?
4. Какие боевые свойства присущи гранате РГО?
5. Для чего предназначены наступательные гранаты?
6. Какие конструктивные особенности отличают РГН от РДГ-5?
7. Для чего предназначены оборонительные гранаты?
8. Какие конструктивные особенности отличают РГО от Ф-1?
9. Как работают основные части запала УЗРГМ?
10. Как работают основные части запала УДЗ?
11. Какие меры безопасности необходимо соблюдать при обращении с гранатами?

14. Боеприпасы для стрелкового оружия

Для обеспечения эффективности автоматического стрелкового оружия при выполнении всего комплекса задач, возлагаемых на него в современном бою, различный характер встречающихся целей и их разная степень уязвимости обусловили большое разнообразие применяемых патронов. Они различаются между собой не только в зависимости от вида оружия и его назначения, но и по калибру пули, характеру ее действия и особенностям устройства патрона в целом и составляющих его элементов.

Боевые качества оружия – прежде всего его эффективность и в значительной степени маневренность – определяются баллистическими характеристиками выбранного патрона. Патрон вместе со стволом непосредственно определяет баллистические характеристики оружия, в том числе величину начальной скорости пули, необходимую для преодоления пулей расстояния до цели и последующего поражения цели.

Необходимо помнить, что не патрон разрабатывается под оружие, а оружие под патрон.

В истории Российской армии с конца XIX в., когда был принят на вооружение первый отечественный винтовочный патрон с зарядом бездымного пороха, новые типы патронов принимались на вооружение пять раз.

Первым был патрон образца 1891 г., под который разработана трехлинейная винтовка Мосина, который с 1908 г. неоднократно модернизировался.

Вторым – 12,7-мм патрон, принятый в 30-е годы прошлого века, применяется в крупнокалиберных пулеметах.

Третьим – 14,5-мм патрон, принятый в начале 40-х годов прошлого века, применялся в противотанковых ружьях, в настоящее время применяется в крупнокалиберных пулеметах.

Четвертым – 7,62-мм автоматный (промежуточный) патрон образца 1943 г., создан в период Великой Отечественной войны.

Пятым – 5,45-мм малоимпульсный патрон, принятый в начале 70-х годов XX века, применяется в автоматах и ручных пулеметах.

Таким образом, **боеприпасы** (боевые припасы) являются составной частью вооружения, непосредственно предназначены для поражения живой силы и техники, разрушения сооружений (укреплений) и выполнения специальных задач (освещения, задымления, переброски агитационной литературы и т.п.).

Патрон – боеприпас стрелкового оружия и артиллерийских орудий, которым оружие заряжается в один прием.

Унитарным патроном (лат. Unitas – «единство») называется устройство, в котором все элементы выстрела – снаряд (пуля), пороховой заряд и воспламенительное устройство (капсюль) – объединены в одно целое с помощью гильзы.

В современном казнозарядном¹ стрелковом оружии применяются исключительно унитарные патроны.

Применяемые в оружии патроны могут оказывать большое влияние на живучесть стволов оружия, вызывая их преждевременный износ и ухудшение меткости стрельбы. Как показывает опыт, живучесть стволов сильно зависит от твердости оболочки пули и свойств пороха. Помимо обеспечения баллистических качеств оружия, патроны стрелкового оружия должны удовлетворять следующим специфическим требованиям: высокой точностью изготовления отдельных элементов и патрона в целом, безопасностью в обращении.

Назначение патронов, их классификация, устройство и принцип действия изложены в [2, 5], других источниках и приведены ниже.

14.1. Назначение патронов и их классификация

По своему основному назначению патроны к стрелковому оружию делятся на боевые и вспомогательные.

Боевые патроны предназначены для стрельбы из боевого индивидуального и группового стрелкового оружия в целях поражения живой силы и техники.

¹ Казенник – задняя (казенная) часть ствола, в которой расположен затвор. Через затвор казенник воспринимает давление пороховых газов при выстреле. Вместе с затвором и гильзой казенник надежно запирает канал ствола.

Вспомогательные патроны предназначены для обучения правилам и приемам заряжания и разряжания оружия, имитации стрельбы, проверки прочности оружия, определения баллистических характеристик оружия и патронов.

К вспомогательным патронам относятся:

учебные патроны, используемые для обучения приемам заряжания и разряжания, производства выстрела при тренировках на боевом и учебном оружии. В них отсутствует пороховой заряд, а капсюль разбит;

проверочные (контрольные) патроны, предназначенные для проверки действия механизмов оружия. По своей массе эти патроны не отличаются от боевых, поскольку вместо порохового заряда они снаряжаются песком или смесью песка с опилками, чтобы масса и положение центра тяжести проверочного патрона были такими же, как у боевых патронов;

холостые патроны, применяемые для имитации выстрелов на тактических учениях, маневрах, при отдаче салютов и начальном обучении выстрелу. Эти патроны могут применяться и при выполнении боевых задач – для метания винтовочных гранат;

эталонные (образцовые) патроны, используемые для проверки баллистической аппаратуры, а также рабочего и контрольного баллистического оружия;

патроны с усиленным зарядом, которые при стрельбе создают повышенное максимальное давление пороховых газов и предназначены для проверки прочности узла запираания;

патроны высокого давления, которые обеспечивают при стрельбе более высокое давление по всей длине ствола и предназначены для проверки прочности стволов в процессе производства.

В зависимости от вида используемого оружия различают:

револьверные патроны, применяемые для стрельбы из револьверов. *К одной из основных особенностей револьверных патронов относится цилиндрическая форма гильзы с выступающей закраиной (фланцем). Револьверные патроны фиксируются при досылке в патронник упором закраины (фланца) в торец патронника. Благодаря этому намного упростилось заряжание и разряжание этого оружия, тем самым увеличив его скорострель-*

ность. Калибр револьверных патронов колеблется в пределах 7–12,7 мм;

пистолетные патроны, применяемые для стрельбы из пистолетов и пистолетов-пулеметов (автоматов под пистолетный патрон). Пистолетные патроны имеют, за небольшим исключением, цилиндрическую форму и не выступающую за боковую поверхность гильзы закраину (фланец), образованную кольцевой проточкой. Калибр современных пистолетных патронов имеет достаточно широкий разброс, однако опыт боевого использования короткоствольного оружия показывает, что оружие калибра 9–11,43 мм с массой пули 6–14 г, начальной скоростью 250–400 м/с обеспечивает достаточное убойное (останавливающее) действие пули при небольшой массе оружия, обладая дульной энергией 300–500 Дж, хотя для надежного поражения человека достаточной считается энергия 78,5 Дж для пуль калибра 6,5–9 мм, применяемых в служебных и «гражданских» образцах короткоствольного оружия. Длина пистолетных патронов, как правило, находится в пределах 30–32 мм или очень мало отклоняется от этих габаритов. Максимальное давление пороховых газов у пистолетных патронов обычно не превосходит 2200 кг/см². Небольшое давление газов и короткая гильза позволяют использовать пистолетные патроны для стрельбы из оружия с отдачей свободного затвора. Этот принцип работы автоматики получил широкое распространение в пистолетах и пистолетах-пулеметах;

автоматные патроны, применяемые для стрельбы из автоматов, автоматических, самозарядных карабинов и штурмовых винтовок, а также из ручных пулеметов. Автоматные патроны появились в результате попыток увеличения дальности действительного огня пистолетов-пулеметов, получивших признание во всех армиях вследствие их способности создавать высокую плотность огня и невозможности добиться аналогичных результатов при стрельбе из штатного оружия (винтовок и карабинов). Задача увеличения дальности действительного огня на дистанциях 400–600 м могла быть успешно решена только на базе нового патрона, более мощного, по сравнению с пистолетным, но менее мощного, чем винтовочный. Эти патроны обеспечивают дульную энергию 1500–2000 Дж;

винтовочные (винтовочно-пулеметные) патроны, применяемые для стрельбы из магазинных и самозарядных винтовок (карабинов), ручных, станковых и единых пулеметов и их специальных модификаций. Винтовочные патроны имеют исключительно бутылочную форму и существенно превосходят по мощности автоматные патроны. Длина существующих винтовочных патронов нормального калибра 6,5–8 мм, как правило, не превышает 75–80 мм, а их масса лежит в пределах 23–28 г. При небольшом объеме винтовочные патроны имеют большие плотности заряжания (0,8–0,9 г/см³), что позволяет достичь максимального давления до 2700–3200 кг/см². Начальная скорость пули при этом составляет 700–870 м/с. Винтовочные патроны обеспечивают дульную энергию 3500–4000 Дж. Винтовочно-пулеметные патроны имеют гильзы с выступающей за боковую поверхность закраиной (фланцем) и с невыступающей закраиной (хотя встречаются патроны и с полувыступающей закраиной). Эта конструктивная особенность гильз зависит от способа фиксации патрона в патроннике. Предпочтение отдается патронам с невыступающей закраиной гильзы, которые более полно отвечают требованиям проектирования механизмов автоматического оружия;

крупнокалиберные патроны, применяемые для стрельбы из крупнокалиберных пулеметов, противотанковых ружей и крупнокалиберных снайперских винтовок. Крупнокалиберные патроны калибра 12,7–14,5 мм, отличаются более высокой мощностью, по сравнению с винтовочными патронами. Как правило, они имеют гильзу бутылочной формы с невыступающей закраиной, хотя встречаются и гильзы с выступающей закраиной. Сравнительно большой калибр, использование пуль специального действия и высокая начальная скорость пули позволяют вести эффективную стрельбу как по наземным, так и по низколетящим воздушным целям;

патроны к автоматическим пушкам. Характерной особенностью патронов к автоматическим пушкам калибра 20–30 мм является то, что они имеют в качестве основного элемента не пулю, а снаряд. Применение снарядов является основным признаком автоматических пушек, отличающим их от всех других видов автоматического оружия. Главное различие снарядов и пуль со-

стоит в устройстве их ведущей части и способе врезания в нарезы. Снаряды снабжаются специальным ведущим пояском, предназначенным для врезания и ведения снаряда по нарезам. Пуля же не имеет ведущего пояска, ее врезание и ведение по нарезам осуществляется непосредственно самим корпусом.

По калибру патроны классифицируют на:

- малого (4–7 мм) калибра;
- основного (7–10 мм) калибра;
- крупного (более 11 мм) калибра.

В настоящее время силовые структуры России имеют на вооружении:

- 4,5-мм** пистолетные патроны для подводной стрельбы;
- 5,45-мм** пистолетные патроны;
- 5,45-мм** патроны;
- 5,66-мм** автоматные патроны для подводной стрельбы;
- 7,62-мм** револьверные патроны;
- 7,62-мм** пистолетные патроны;
- 7,62-мм** винтовочные патроны;
- 7,62-мм** патроны обр. 1943г.;
- 7,62-мм** специальные бесшумные патроны;
- 9-мм** пистолетные патроны;
- 9-мм** специальные патроны;
- 12,3-мм** специальные револьверные патроны;
- 12,5-мм** специальные револьверные патроны;
- 12,7-мм** патроны;
- 14,5-мм** патроны.

К боевым патронам относятся: 5,45-мм пистолетные патроны; 5,45-мм патроны; 7,62-мм револьверные патроны; 7,62-мм пистолетные патроны; 7,62-мм патроны образца 1943 г.; 7,62-мм винтовочные патроны; 9-мм пистолетные патроны; 12,7-мм патроны; 14,5-мм патроны.

По тактическому назначению и характеру действия пули боевые патроны классифицируют на:

патроны с обыкновенными пулями, предназначенными для поражения живой силы противника как открытой, так и находящейся за укрытием, пробиваемым пулей;

патроны со специальными пулями (одинарного и комбинированного действия), служащими как для выполнения специальных задач, так и для поражения живых целей. К ним относятся: патроны с пулями одинарного действия (бронебойного, зажигательного, трассирующего); патроны с пулями двойного действия (бронебойно-зажигательного, бронебойно-трассирующего, зажигательно-разрывного (зажигательно-пристрелочного)); патроны с пулями тройного действия (обычно бронебойно-зажигательно-трассирующего).

Патроны с обыкновенными пулями применяются во всех видах автоматического и неавтоматического стрелкового оружия нормального калибра.

Патроны со специальными пулями широко применяются во всех видах автоматического и неавтоматического стрелкового оружия, за исключением пистолетов и револьверов. Крупнокалиберные патроны бывают только со специальными пулями.

14.2. Устройство и принцип действия патронов

Боевой патрон, устройство которого представлено на рисунке 14.1, состоит из снаряда (пули), гильзы, порохового (метательного) заряда и капсюль-воспламенителя.



Рис. 14.1. Устройство патрона

Принцип действия патрона следующий.

От удара бойка ударника срабатывает капсюль-воспламенитель. Луч огня через запальные отверстия в гильзе воспламеняет пороховой заряд, при горении которого создается давление газов (*давление форсирования*). Под их воздействием пуля выходит из гильзы и, вращаясь, продвигается по нарезам канала ствола с возрастающей скоростью до момента выбрасывания из него.

Поражающая мощь зависит от веса и размера пули, а также от состава порохового заряда, который воспламеняясь создает выталкивающую газовую струю, обеспечивающую скорость пули.

14.2.1. Назначение, классификация и устройство пуль

Пуля представляет собой метаемый элемент патрона, выбрасываемый при выстреле из канала ствола оружия, с помощью которого поражаются техника и живая сила противника.

Пули стрелкового оружия классифицируют по назначению, конструкции и поражающему действию.

По назначению различают обыкновенные и специальные пули.

Обыкновенные пули предназначены для поражения открытой и находящейся за легкими укрытиями живой силы противника, небронированной техники.

Они характеризуются убойным, останавливающим и пробивным действием и применяются во всех видах боевых патронов стрелкового оружия, кроме крупнокалиберных.

Специальные пули предназначены для вывода из строя живой силы противника, зажигания расположенных за легкой броневой защитой горючих материалов, для целеуказания, корректирования огня и сигнализации.

Они характеризуются специальным действием и применяются во всех видах боевых патронов, кроме 5,45-мм и 9-мм пистолетных патронов.

Специальные пули подразделяются на целевые (бронебойные, трассирующие, зажигательные) и комбинированные, которые могут быть двойного и тройного действия (бронебойно-зажигательные, бронебойно-зажигательно-трассирующие и пр.).

По конструкции различают оболочечные, полуболобочные и безоболочечные пули, внешний вид которых представлен на рисунке 14.2.

Оболочечные пули – пули, покрытые слоем из медного сплава (томпак, мельхи-



Рис. 14.2. Оболочечные, полуболобочные и безоболочечные пули

ор) или из стали. Оболочка покрывает практически всю поверхность сердечника и предохраняет пулю от деформаций при ношении, зарядании оружия (особенно механическом) и разрушения при движении в нарезах ствола (т.н. «срыв с нарезов»). Такие пули лучше сохраняют первоначальную форму, что положительно сказывается на их баллистических качествах и проникающей способности.

Полубололочные пули (пули с мягким наконечником) представляет собой тоже колпачок, только «перевернутый наоборот», т. е. свинец залит с переднего конца, за счет чего передний носик остается более тупым и оголенным, вследствие чего полубололочные пули имеют более широкую зону поражения.

Безбололочные пули изготавливаются целиком из однородного материала, в качестве которого могут использоваться сплавы на основе свинца и меди (латуни), металлокерамика или композиционные вещества. Общее требование к используемым материалам – сочетание пластичности и достаточной жесткости (для обеспечения деформации пули при врезании в нарезы и ее удержания полями нарезов).

Безбололочные пули в настоящее время применяются только в оружии малых калибров – от 5,6 до 6,5 мм.

По поражающему действию различают экспансивные и неэкспансивные пули.

Экспансивные пули (пули «дум-дум»), образец которых представлен на рисунке 14.3, – пули, конструкция которых предусматривает существенное увеличение диаметра при попадании в мягкие ткани с целью повышения поражающей способности и (или) уменьшения глубины проникновения. Соответственно, экспансивность – способность пули расширяться, увеличивать свой диаметр при попадании в мягкую среду.



Рис. 14.3. Экспансивная пуля

Экспансивные пули в настоящее время запрещены к применению.

Неэкспансивные пули не деформируются и не разрушаются при встрече с целью; конструкцией этого не предусмотрено.

У пуль к нарезному оружию, образец которых представлен на рисунке 14.4, выделяют головную, ведущую, хвостовую части и дно.

Головная часть пули выполняется в зависимости от расчетной скорости ее полета (чем больше скорость полета пули, тем более вытянутой должна быть ее головная часть, что уменьшает силу сопротивления воздуха).

Остроконечные пули, обладающие большей скоростью полета, оказывают способность распространять силу удара по кругу в стороны, повышая тем самым свое поражающее действие (разрушающее действие). Плоская же головная часть пули обеспечивает меньший рикошет и большее останавливающее действие.

Ведущая часть пули имеет цилиндрическую форму и обеспечивает плотное врезание пули в нарезы канала ствола. Диаметр ведущей части пули обычно составляет от 1,02 до 1,04 калибра соответствующего образца оружия. Например, диаметр пули к оружию 7,62-мм составляет 7,92 мм, а к оружию калибра 5,45-мм – 5,60 мм. *Калибр определяется не диаметром пули, а диаметром канала ствола по выступам (полям) нарезов.*

Хвостовая часть пули обычно изготавливается в виде усеченного конуса, что придает пуле более обтекаемую форму для уменьшения области разряженного пространства и завихрения воздуха позади дна летящей пули. Конусовидное сужение имеют пули винтовочных и промежуточных патронов. У пуль к пистолетным патронам обычно не разделяют ведущую и хвостовую части.

Дно пули необходимо для обеспечения движения пули вперед под воздействием давления газов. Дно пули может иметь различную форму. Так, пули 7,62 мм пистолетных патронов обр. 1930 г. имеют как плоское, так и выпуклое дно (высота выпуклости не превышает высоты забортовки оболочки), пули к ПМ – плоское или вогнутое.

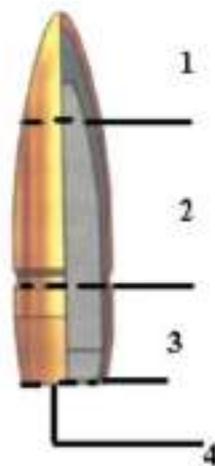


Рис. 14.4. Пуля: 1 – головная часть; 2 – ведущая часть; 3 – хвостовая часть; 4 – дно

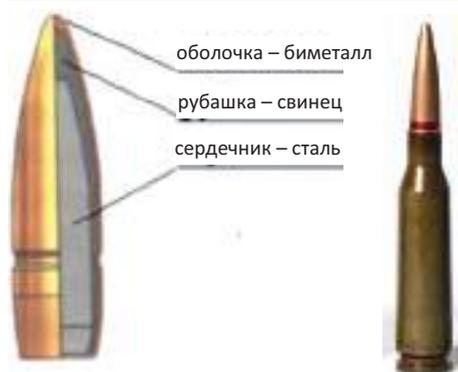


Рис. 14.5. Обыкновенная пуля

Обыкновенная пуля со стальным сердечником, представленная на рисунке 14.5, состоит из стальной покрытой томпаком¹ оболочки, стального сердечника, расположенной между ними свинцовой рубашки.

Оболочка служит для размещения всех составных частей пули и придания пуле необходимых очертаний.

В настоящее время оболочка

изготавливается из биметалла – горячекатанного полосового проката из углеродистой стали, покрытого с обеих сторон томпаком. Суммарная толщина слоя составляет 4–6% от толщины полосы. Томпак является противокоррозионным покрытием, облегчает изготовление оболочки и уменьшает износ ствола оружия.

Рубашка работает как сминаемое пластичное основание в то время, когда пуля проходит по нарезах канала ствола и предохраняет тем самым канал ствола от интенсивного износа. Кроме того, рубашка обеспечивает необходимую плотность сборки пули и правильность расположения ее центра массы. Рубашка изготавливается из свинца с добавкой 1–2% сурьмы.

Стальной сердечник предназначен для обеспечения пробивного и убойного действия пули и изготавливается из углеродистой качественной конструкционной стали.

Ранее применялись свинцовые сердечники, но с появлением бронезилетов их пробивная мощь перестала соответствовать реалиям современного боя.

Начиная с 1986 г. для 5,45-мм патронов и с 1989 г. для 7,62-мм патронов образца 1943 г. и винтовочных с обыкновенными пулями в целях повышения пробивного действия пуль применяются термо-

¹ Томпак – медный сплав с содержанием 10–12% цинка. Внешние свойства очень схожи с золотом.

упрочненные сердечники повышенной твердости, изготовленные из специальной стальной проволоки или проката круглого сечения из рессорно-пружинной стали.

С этой же целью начиная с 1989 г. для 7,62-мм винтовочных патронов с обыкновенной пулей применяется сердечник из инструментальной стали, прошедший соответствующую термическую обработку.

Трассирующая пуля, представленная на рисунке 14.6, предназначена для целеуказания и корректирования на дальностях до 800–1000 м огня (создания видимого следа траектории полета пули), а также для поражения живой силы противника.

Отличительная маркировка: головная часть пули окрашена в зеленый цвет.

Стрельба трассирующими пулями чередуется со стрельбой обыкновенными пулями, что обеспечивается соответствующим снаряжением магазинов и лент.



Рис. 14.6. Трассирующая пуля

Трассирующая пуля состоит (см. рис. 14.6) из биметаллической оболочки, сердечника из свинцово-сурьмянистого сплава, запрессованного в головной части пули, биметаллического стаканчика с запрессованным трассирующим составом в донной части пули.

В некоторых образцах трассирующих пуль, например, в 5,45-мм трассирующей пуле взамен стаканчика с пиротехническими составами применяется шашка из спрессованного пиротехнического состава, размещенная непосредственно в оболочке пули.

Трассирующий состав включает:

механическую смесь горючего вещества (алюминий, магний и их сплавы, обладающие высокой активностью в соединении с кислородом и выделяющие большое количество тепловой (световой) энергии при горении);

окислитель (перекись бария, кальция или др. богатые кислородом и сравнительно легко отдающие его при повышенных температурах), способствующий лучшему воспламенению;

замедлитель горения (флегматизатор);
вещества для окраски пламени.

Во время выстрела пламя от порохового заряда зажигает трассирующий состав. Продукты горения трассирующего состава, равномерно истекая через газовое отверстие в хвостовой части пули, образуют хорошо видимую ночью и днем трассу красного цвета.

Зажигательная пуля, представленная на рисунке 14.7, предназначена для поражения открытых наземных целей, зажигания де-



ревянных строений, незащищенного горючего и других легковоспламеняющихся предметов.

Отличительная маркировка: головная часть пули окрашена в красный цвет.

Зажигательная пуля состоит (см. рис. 14.7) из биметаллической оболочки с томпаковым колпачком, стального сердечника из малоуглеродистой конструкционной стали, рубашки из свинцово-сурьмянистого сплава, зажигательного состава, расположенного в головной части пули под колпачком и трассера.

Рис. 14.7. Зажигательная пуля

В качестве зажигательного состава используется состав, состоящий из равных количеств азотнокислого бария и порошка алюминий-магниевого сплава.

Трассер и состоит из биметаллического стаканчика и запрессованных в него пиротехнических составов и обеспечивает получение видимой траектории полета пули.

При ударе о преграду в результате резкого динамического сжатия и нагрева происходит воспламенение зажигательного состава, оболочка разворачивается и пламя огня вызывает зажигание цели, содержащей горючее вещество.

Недостатком этого вида пуль является их невысокая чувствительность при встрече с преградой с малым сопротивлением.

Зажигательная пуля мгновенного действия МДЗ, представленная на рисунке 14.8, представляет собой пулю со смесью взрывчатого вещества и зажигательного состава, обладающую осколочным и зажигательным действием.

Отличительная маркировка: пуля окрашена в красный цвет.

Зажигательная пуля мгновенного действия МДЗ состоит (см. рис. 14.8) из томпакового наконечника, стальной (латунированной или с фосфатно-лаковым покрытием) оболочки, стальной рубящей трубки (предназначена для среза наконечника пули при встрече с преградой), металлического стакана с запрессованным зарядом взрывчатого вещества, биметаллической втулки с капсюлем-детонатором накольного типа, свинцовой рубашки.

Зажигательная пуля мгновенного действия МДЗ обладает высокой чувствительностью к удару и меньшим временем срабатывания в сравнении с зажигательной пулей.

При ударе о преграду наконечник пули срезается (деформируется) и осколки от наконечника и преграды воздействуют на капсюль-детонатор. При этом капсюль-детонатор срабатывает, вызывает детонацию заряда взрывчатого вещества и разрыв оболочки пули с поражением цели.

Разрывное действие пули обеспечивается наличием в ней заряда взрывчатого вещества. За счет разрывного действия эти пули образуют увеличенную зону поражения в сравнении с другими видами пуль, поэтому их использование наиболее эффективно при стрельбе по воздушным целям.

Разрывное действие пули обеспечивается наличием в ней заряда взрывчатого вещества. За счет разрывного действия эти пули образуют увеличенную зону поражения в сравнении с другими видами пуль, поэтому их использование наиболее эффективно при стрельбе по воздушным целям.

Бронбойная пуля, представленная на рисунке 14.9, предназначена для поражения легкобронированных целей и уничтожения живой силы противника в средствах бронезащиты.



Рис. 14.8. Зажигательная пуля мгновенного действия МДЗ

Отличительная маркировка: головная часть пули окрашена в черный цвет.



Рис. 14.9. Бронебойная пуля

Пуля состоит (см. рис. 14.8) из биметаллической оболочки, свинцовой рубашки, сердечника.

Сердечник обеспечивает высокую пробивную способность за счет того, что изготовлен из высокоуглеродистой инструментальной стали, прошедшей термическую обработку (закалку и низкотемпературный отпуск) для уменьшения остаточных внутренних напряжений и повышения прочности с дополнительной подковкой.

Бронебойно-зажигательная пуля, представленная на рисунке 14.10, предназначена для зажигания горючих веществ и поражения живой силы противника, находящейся за легкими бронированными укрытиями на дальностях до 500 м.



Рис. 14.10. Бронебойно-зажигательная пуля

Отличительная маркировка: головная часть пули окрашена в черный цвет с красным пояском.

Пуля состоит (см. рис. 14.10) из биметаллической или стальной (латунированной или с фосфатно-лаковым покрытием) оболочки, стального сердечника, свинцовой рубашки, зажигательного состава, размещенного в головной части пули между оболочкой и сердечником.

Зажигательный состав представляет собой механическую смесь горючего вещества (сплав алюминия и магния) 50 % и окислителя (перекись бария, кальция или др. кислородосодержащие вещества).

При попадании пули в броню сердечник пробивает ее. Цель за броней поражается сердечником и осколками брони. Одновремен-

но от резкого динамического сжатия воспламеняется зажигательный состав, и образовавшееся пламя зажигает через отверстие (пробоину) в броне находящееся за ней горючее.

В некоторых бронебойно-зажигательных пулях, например, в пуле Б-32 для 7,62-мм винтовочного патрона и в пуле БС для 12,7-мм патрона, имеется расположенный в хвостовой части пули биметаллический стаканчик (поддон) с запрессованным в него зажигательным составом.

Пробивное действие бронебойно-зажигательной пули Б-32 обеспечивается, как и в бронебойной пуле, сердечником из высокоуглеродистой инструментальной стали, прошедшей термическую обработку.

У бронебойно-зажигательной пули БС для 12,7-мм патрона вместо свинцовой рубашки и стального сердечника применяются алюминиевая рубашка с защитным лаковым покрытием и сердечник из твердого спеченного сплава. Такие сердечники изготавливаются из порошкообразной смеси веществ путем предварительного прессования и последующего спекания при высокой температуре. Основу этих смесей составляют порошкообразный вольфрамовый ангидрид с добавкой порошкообразной окиси кобальта. Сердечники из такого сплава обладают повышенным пробивным действием по броне.

Бронебойно-зажигательная пуля является наиболее эффективным средством для стрельбы по легкобронированным целям, содержащим горючие вещества (бронированным авиацелям, бензобакам боевых машин и т. п.), а также по не защищенной броней толстостенной таре с горючими жидкостями, например, железнодорожным цистернам, бензозаправщикам, бензохранилищам.

Бронебойно-зажигательно-трассирующая пуля, образец которой представлен на рисунке 14.11, предназначена для зажигания горючих веществ и поражения живой силы противника, находящейся за легкими бронированными укрытиями на дальностях до 500 м, и дополнительно используется для целеуказания и корректировки огня.

Отличительная маркировка: головная часть пули окрашена в фиолетовый цвет с красным пояском.



Рис. 14.11. Бронепробойно-зажигательно-трассирующая пуля

По устройству эта пуля отличается от бронепробойно-зажигательной наличием трассера в хвостовой части пули, меньшей длиной и массой сердечника.

В пулях Б-32 и БЗТ калибра 14,5-мм используется зажигательный состав 30/70, состоящий из азотнокислого бария (30 %) и порошка алюминий-магниевого сплава (70 %).

Трассер по своему устройству идентичен применяемому в трассирующих пулях.

Бронепробойное, зажигательное и трассирующее действие пули аналогично действию бронепробойно-зажигательной и трассирующей пуль.

14.2.2. Назначение и устройство гильз

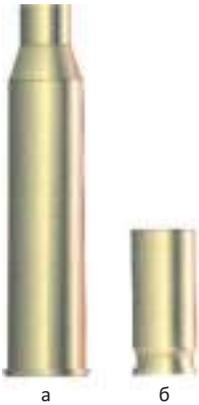


Рис. 14.12. Гильзы:
а – бутылочная;
б – цилиндрическая

Гильза (*hulse* (нем.) – оболочка, стручок) – тонкостенная закрытая с одного конца трубка (обычно металлическая); предназначена для размещения и предохранения от внешних воздействий порохового заряда, крепления капсюля-воспламенителя и пули, для базирования патрона в патроннике оружия, а также обтюрации¹ пороховых газов.

Еще одно назначение гильзы – строгая фиксация патрона в патроннике, для обеспечения точного попадания бойка по капсюлю-воспламенителю.

По форме (внешнему виду) гильзы подразделяются на цилиндрические и бутылочные. Образцы бутылочных и цилиндрических гильз представлены на рисунке 14.12.

¹ Обеспечение герметизации канала ствола при выстреле.

Цилиндрические гильзы применяются в патронах с относительно небольшим давлением пороховых газов, а бутылочные гильзы применяются в патронах со значительным давлением.

На гильзе по наружному очертанию различают следующие основные элементы, представленные на рисунке 14.13.

Срез (1) – торец со стороны открытого конца гильзы;

Дульце (2) – передняя часть гильзы, переходящая в скат или корпус, предназначенная для крепления гильзы с пулей;

Скат (3) – переходная конусная часть гильзы между дульцем и корпусом. Гильзы со скатом относятся к гильзам бутылочной формы, а без ската, имеющие практически цилиндрический корпус, – к цилиндрическим.

Корпус (4) – коническая или цилиндрическая часть гильзы от донной части до ската или среза. Полость внутри корпуса гильзы образует зарядную камеру для размещения порохового заряда.

Донная часть – часть гильзы, включающая запальные отверстия, капсюльное гнездо, наковальню, дно, фланец, проточку.

Капсюльное гнездо (6) – углубление со стороны торца донной части гильзы, предназначенное для размещения капсюля-воспламенителя. От внутренней полости гильзы (зарядной камеры) капсюльное гнездо отделяется перегородкой (стенкой), в которой имеются **запальные отверстия** (5), предназначенные для передачи луча огня от капсюля-воспламенителя к пороховому заряду.

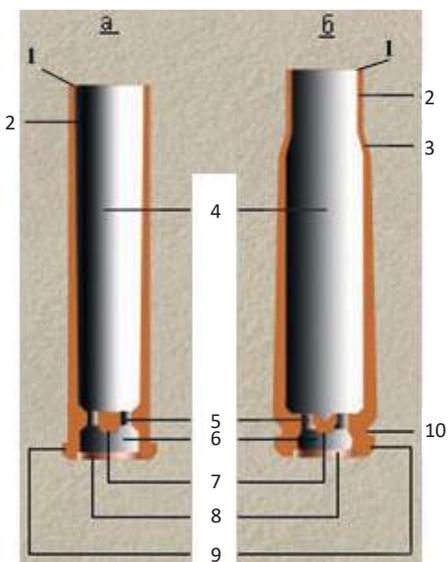


Рис. 14.13. Основные элементы гильзы унитарного патрона (а – цилиндрической, б – бутылочной): 1 – срез; 2 – дульце; 3 – скат; 4 – корпус; 5 – запальные отверстия; 6 – капсюльное гнездо; 7 – наковальня; 8 – дно; 9 – фланец; 10 – проточка

Выступ в центре капсюльного гнезда, имеющий обычно полусферическую форму, называется **наковальной** (7) гильзы. На ней разбивается ударный (капсюльный) состав при ударе бойка ударника по капсюлю.

Фланец (9) предназначен для захвата гильзы затвором при извлечении патрона из ленты или из приемника оружия и для извлечения стреляной гильзы из патронника после выстрела. Фланец, выступающий за корпус гильзы, может служить и для базирования патрона в патроннике оружия.

Проточка (10) – кольцевая канавка в донной части гильзы, предназначенная для образования фланца.

В зависимости от конструкции у гильзы могут отсутствовать какие-либо элементы.

Базирование (фиксация) патрона в патроннике оружия перед выстрелом осуществляется в зависимости от особенностей формы гильзы одним из способов, представленных на рисунке 14.14:

с упором гильзы в скат патронника (у гильз бутылочной формы, например, 5,45-мм патронов, 7,62-мм патронов образца 1943 г., 12,7-мм и 14,5-мм патронов);



с упором выступающего фланца в казенный срез ствола (у гильз с выступающим фланцем, например, 7,62-мм винтовочных патронов);



с упором переднего среза в уступ патронника (у цилиндрических гильз, например, 9-мм пистолетных патронов).



По материалу изготовления гильзы могут быть латунные, биметаллические и стальные.

Рис. 14.14. Способы фиксации патрона в патроннике:

- а – упором гильзы в скат патронника;
- б – упором выступающего фланца в казенный срез ствола;
- в – упором переднего среза в уступ патронника

Латунные гильзы применяют в 5,45-мм пистолетных, 7,62-мм револьверных и 12,7-мм патронах. Ранее с латунными гильзами выпускались 7,62-мм и 9-мм пистолетные патроны, 7,62-мм винтовочные патроны с некоторыми видами пуль и 14,5-мм патроны.

Биметаллические гильзы изготавливают из биметалла, представляющего собой горячекатаный полосовой прокат из углеродистой качественной и высококачественной стали с двусторонним покрытием томпаком. Биметаллические гильзы применяют в 7,62-мм и 9-мм pistolетных патронах, 7,62-мм патронах образца 1943 г.

Стальные гильзы изготавливают из холоднокатаной высококачественной стали без покрытия томпаком. Стальные гильзы применяют в 5,45-мм патронах, 7,62-мм винтовочных патронах и патронах образца 1943 г., 14,5-мм патронах.

Для защиты от коррозии поверхности стальных и биметаллических гильз фосфатируются и покрываются лаком.

Крепление пули в гильзе осуществляется путем плотной посадки и дополнительного обжима или завальцовки дульца гильзы (5,45-мм патронах, 7,62-мм патронах образца 1943 г. и винтовочных патронах, 12,7-мм и 14,5-мм патронах) или путем плотной посадки пули и кернения дульца гильзы в двух точках (7,62-мм револьверные патроны) или в трех точках (5,45-мм и 7,62-мм pistolетные патроны).

У 9-мм pistolетных патронов пуля удерживается в гильзе только за счет посадки в дульце с натягом.

Крепление капсюля-воспламенителя в капсюльном гнезде осуществляется путем посадки его в гнездо с натягом. У 12,7-мм и 14,5-мм патронов, а также у 7,62-мм винтовочных патронов со стальной гильзой осуществляется дополнительное крепление капсюля-воспламенителя путем кольцевого кернения на торце донной части гильзы вокруг вставленного капсюля.

14.2.3. Метательные заряды

Важным элементом унитарного патрона является метательный заряд. В качестве метательных зарядов в патронах применяются пороховые заряды.

Пороховые заряды предназначены для придания пуле при его сгорании необходимой скорости полета и для обеспечения работы автоматики оружия. Основу пороховых зарядов составляют пороха.

Порохами принято называть многокомпонентные твердые вещества, содержащие в своем составе горючее и окислитель, облада-

ющие способностью гореть по определенному закону с выделением тепла и газообразных продуктов.

Пороха делятся на дымные и бездымные.



Рис. 14.15. Дымный порох

Дымные пороха, образец которых приведен на рис. 14.15, представляют собой механическую смесь 75% селитры, 10% серы и 15% древесного угля. Такой процентный состав наиболее выгоден, так как обеспечивается почти полное сгорание угля. Уголь является горючим веществом, селитра при разложении дает кислород, необходимый

для горения угля, сера обеспечивает легкую воспламеняемость и служит связывающим веществом при изготовлении пороха.

Температура горения составляет 2500–2600°С.

Основными недостатками дымного пороха являются:

значительное содержание твердых частиц (более 50 %), что обуславливает низкую работоспособность пороховых газов, большое дымообразование и сильный износ канала ствола;

порох становится непригодным к применению, если его влажность достигает 15%. После просушки его свойства не восстанавливаются.

В настоящее время дымный порох используется в военной технике для вспомогательных целей (снаряжения запалов к ручным гранатам, дистанционных трубок, взрывателей, изготовления огнепроводного шнура, воспламенителей пороховых зарядов к орудиям, минометам и ракетам).



Рис. 14.16. Бездымный порох

Бездымные пороха, образец которых приведен на рис. 14.16, представляют собой пороха, основой которых является пироксилин – бризантное взрывчатое вещество¹, получаемое в

¹ Бризантными (дробящими) называются такие взрывчатые вещества, которые взрываются, как правило, под действием детонации инициирующих взрывчатых веществ и при взрыве производят дробление окружающих предметов.

результате обработки растительной клетчатки смесью азотной и серной кислот. Пироксилин обладает хорошими взрывчатыми свойствами, легко желатинизируется (обращается в студенистую массу) под действием различных растворителей.

В качестве растворителей при производстве порохов применяются: летучие растворители (смесь этилового спирта с этиловым эфиром и ацетон), труднолетучие растворители (нитроглицерин, нитродигликоль и др.) и нелетучие растворители (тротил, динитротолуол и др.). После изготовления пороха летучие растворители удаляются из него сушкой или вымачиванием.

В зависимости от примененного растворителя, различают пироксилиновые и нитроглицериновые пороха.

Для изготовления пироксилинового пороха применяется спиртоэфирный растворитель, для изготовления нитроглицеринового пороха – нитроглицерин.

Нитроглицериновые пороха мощнее пироксилиновых, но при горении развивают значительно более высокую температуру, что снижает живучесть стволов.

Пироксилиновые пороха применяются главным образом в пороховых зарядах патронов стрелкового оружия, нитроглицериновые, как более мощные, – в боевых зарядах гранат, мин, снарядов.

Бездымные пороха могут добавляться:

стабилизатор (как правило, дифениламин) – для предохранения пороха от химического разложения при длительном хранении;

флетматизатор (чаще всего камфора) – для замедления скорости горения внешней поверхности зерен пороха;

графит – для достижения сыпучести и устранения слипания зерен.

Зерна бездымного пороха в зависимости от его назначения могут иметь различную форму, которая имеет очень важное значение для определения характера нарастания давления пороховых газов при выстреле.

Бездымные пороха по форме зерен делятся, как показано на рисунке 14.17, на пластинчатые (см. рис. а-в), трубчатые с одним каналом (см. рис. г), трубчатые с семью каналами (см. рис. д).

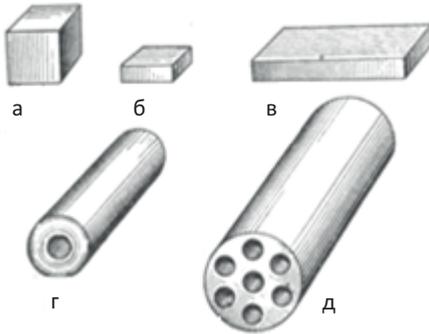


Рис. 14.17. Формы зерен бездымного пороха: а – куб; б – пластинка; в – лента; г – трубка с одним каналом; д – трубка с семью каналами

Состав пороха, а также форма и размеры пороховых элементов зависят от вида огнестрельного оружия, для которого предназначен порох.

Для пистолетов изготавливают порох, состоящий из очень мелких, тоненьких пластинок и хлопьев. Такая форма крупинок пороха сокращает время горения, необходимого для полного сгорания в короткоствольном оружии.

В отдельных видах патронов (5,45-мм патроны, 7,62-мм патроны образца 1943 г., пистолетные патроны калибра 5,45 мм и 9 мм) применяются заряды из бездымных лаковых порохов сферической формы, получаемых из лака – раствора нитроцеллюлозы в органическом растворителе.

При воздействии на пороховое зерно внешнего (теплого) импульса оно начинает гореть. Процесс горения пороха разделяют на три фазы: зажжение, воспламенение и собственно горение.

Зажжение – начало разложения порохового зерна в одной или нескольких точках под воздействием внешнего импульса.

Воспламенение – распространение пламени по поверхности порохового зерна.

Горение – распределение реакции разложения вглубь порохового зерна перпендикулярно к его поверхности.

Порох при прочих одинаковых условиях обладает различной скоростью горения. Скорость горения пороха является важной баллистической характеристикой. Она зависит от его состава, плотности порохового вещества, внешнего давления, температуры и влажности пороха:

чем больше плотность порохового зерна, тем меньше скорость его горения;

с повышением давления в окружающей среде скорость горения пороха увеличивается;

чем выше температура порохового заряда, тем скорость горения больше, так как уменьшается расход тепла на нагрев пороха и сама реакция разложения интенсивнее;

чем влажность выше, тем порох горит медленнее, так как часть тепловой энергии расходуется для превращения воды в пар.

Пороха, в зависимости от характера изменения поверхности горения, подразделяются на:

пороха регрессивной формы – такие, поверхность зерен которых по мере их сгорания все время уменьшается. Вначале они дают скачок давления, которое быстро падает по мере продвижения снаряда по каналу ствола. К ним относятся пороха, зерна которых имеют форму куба, пластины, ленты, как показано на рисунке 14.18 (а);

пороха с постоянной поверхностью горения – такие, поверхность зерен которых при горении остается постоянной, а, следовательно, приток газов в единицу времени не изменяется. К ним относятся пороха, имеющие зерна в форме трубки с одним каналом (см. рис. 14.18 (б)). Горение происходит одновременно по внешней и внутренней поверхности трубки. Внешняя поверхность уменьшается, внутренняя увеличивается. Общая поверхность остается почти неизменной;

пороха прогрессивной формы – такие, поверхность зерен которых при горении увеличивается. К ним относятся пороха, имеющие зерна, например, в форме семиканальной трубки (см. рис. 14.18 (в)). При горении такого зерна поверхность каналов увеличивается, что и создает общее увеличение поверхности порохового зерна, а это приводит к увеличению притока газов в единицу времени. Применение прогрессивных порохов, дающих с течением времени все боль-

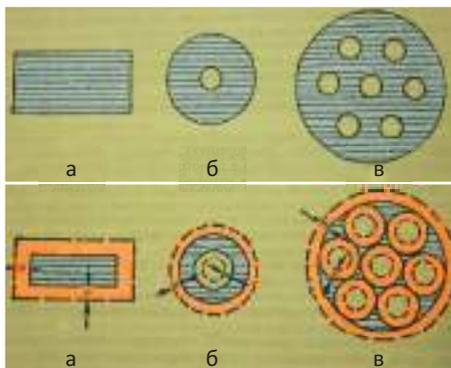


Рис. 14.18. Горение различных видов порохов: а – пластинчатые; б – трубчатые; в – зерненные

ший приток газов, обеспечивает наиболее равномерное давление в канале ствола.

Эффективность применения огнестрельного оружия в современных условиях предъявляет к порохам следующие требования:

современные боеприпасы должны обладать высокими начальными скоростями, необходимыми для достижения определенной дальности стрельбы и бронепробиваемости, для чего требуются пороха с большим запасом энергии;

для практического использования порохов в огнестрельном и реактивном оружии необходимо, чтобы порох легко и надежно воспламенялся от штатных средств воспламенения, устойчиво и закономерно горел;

для безопасного обращения, в процессе производства, при хранении, войсковой эксплуатации и боевом применении чувствительность их к внешним воздействиям должна иметь нормативные пределы;

для достижения успеха в современном бою немаловажным условием является внезапность и скрытность применения оружия, в связи с этим порох должен быть бездымным и беспламенным, что обеспечивает безопасность, особенно при стрельбе в ограниченном пространстве.

14.2.4. Капсюли-воспламенители

Капсюль (капсюль-воспламенитель) – устройство для воспламенения порохового заряда в огнестрельном оружии.

Устройство капсюлей-воспламенителей для патронов разного калибра однотипно и представлено на рисунке 14.19.

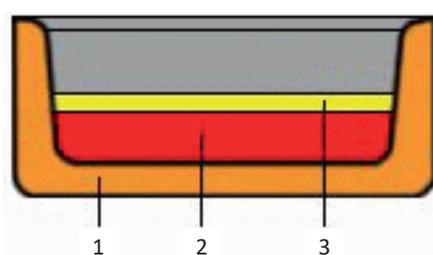


Рис. 14.19. Капсюль-воспламенитель:
1 – колпачок; 2 – ударный состав;
3 – фольговый кружок

Конструкция капсюля-воспламенителя обеспечивает обтюрацию пороховых газов в капсюльном гнезде и представляет собой стакан (колпачок) из мягкого металла (обычно, латуни) с зарядом чувствительного к удару взрывчатого вещества и закрывающим это вещество кружка из оловянной фольги.

Воспламенение капсюля происходит в результате динамического сжатия ударного состава бойком ударника на наковальне гильзы. В этом смысле патронные капсюли-воспламенители называют ударными капсюлями-воспламенителями.

Патрон должен обеспечить безотказную работу оружия в любых условиях. Поэтому для получения высокой надежности действия патрон должен обладать достаточной прочностью гильзы, учитывая воздействующие на нее силы как при выстреле, так и при экстракции в различных условиях службы оружия. В связи этим стремятся избежать чрезмерно больших величин максимального давления пороховых газов, которые могут вызвать разрыв гильзы, ее тугую экстракцию, прорыв газов через капсюль и т.п. Наряду с прочностью, гильза должна иметь достаточную жесткость во избежание помятостей ее при подаче патронов и в служебном обращении.

Большое влияние на безотказность действия автоматического оружия оказывает прочность крепления пули в дульце гильзы, учитывая возможные случаи выпадения пули при действии на нее осевых сил инерции и поперечных усилий, стремящихся выломать пулю из дульца при подаче патронов в оружии. Аналогичное значение имеет и прочность крепления капсюля в капсюльном гнезде гильзы. В устранении возможных случаев демонтажа пули при стрельбе большое значение имеет прочность оболочки пули и других элементов.

Знание боевых возможностей боеприпаса и умение правильно его выбирать для поражения выбранной цели дает возможность в боевых условиях найти наиболее быстрое решение огневой задачи с наименьшим расходом боеприпасов.

Вопросы для контроля и самопроверки

1. Как классифицируются боевые патроны в зависимости от вида используемого оружия?
2. Как классифицируются боевые патроны по тактическому назначению и характеру действия пули?
3. Как устроен унитарный патрон?
4. Для чего предназначена пуля?

5. Какое устройство имеет обыкновенная пуля?
6. Какое устройство имеет трассирующая пуля?
7. В чем заключается принцип действия бронебойно-зажигательной пули?
8. Какая существует маркировка пуль?
9. Как устроена гильза?
10. Для чего предназначены пороха?
11. Какие существуют виды порохов?
12. Для чего предназначен капсюль-воспламенитель?
13. Как устроен капсюль-воспламенитель?

15. Правила стрельбы из стрелкового оружия

Для успешного выполнения боевых задач каждый военнослужащий обязан твердо знать, и умело использовать вверенное ему вооружение, технику, личное оружие. Офицер, кроме этого, должен умело руководить действиями своих подчиненных, передавая им свои знания, навыки, умения.

Особое внимание отводится правилам стрельбы из стрелкового оружия, которые включают основные положения и рекомендации по подготовке и ведению стрельбы. Ими руководствуются при стрельбе по различным целям в любых условиях, для надежного выполнения огневых задач с наименьшим расходом боеприпасов и времени.

Правила стрельбы из стрелкового оружия изложены в [2, 5, 7, 8], других источниках и приведены ниже.

15.1. Общие положения.

Мотострелковые подразделения своими огневыми средствами способны создавать огонь большой плотности и успешно поражать живую силу противника, огневые средства, десантные переправочные средства, бронетранспортеры и танки, а также вести борьбу с низколетящими воздушными целями противника.

Поражение цели огнем из стрелкового оружия является **решением огневой задачи**.

Содержание и последовательность решения огневой задачи во многом зависят от условий обстановки и включают:

- обнаружение, целеуказание и выбор цели;
- определение дальности до цели;
- выбор места и способа поражения цели;
- заряжание оружия;
- определение исходных установок для стрельбы;
- стрельбу по цели.

Решение огневой задачи заключается в проведении: подготовки стрельбы (предварительной и непосредственной);

пристрелки цели. Зачастую пристрелка и стрельба на поражение протекают как единый этап;

стрельбы на поражение цели.

Подготовка стрельбы имеет задачу обеспечить в кратчайший срок готовность огневых средств к открытию огня. Она подразделяется на предварительную и непосредственную подготовку.

Предварительная подготовка к стрельбе включает все мероприятия, проводимые до момента обнаружения цели или до момента получения от старшего начальника огневой задачи:

техническую подготовку стрельбы, которая проводится, чтобы обеспечить своевременность открытия огня, надежность и безотказность действия вооружения при решении огневых задач (подготовку оружия, боеприпасов, приборов прицеливания и наблюдения);

изучение местности, выбор местоположения и ориентиров, занятие и, если нужно, оборудование огневой позиции, а также подготовку исходных данных для стрельбы по участкам и рубежам вероятного появления противника (определение баллистических, метеорологических и топографических условий стрельбы, а также дальностей до различных рубежей и местных предметов).

Непосредственная подготовка к стрельбе – это выбор места позиций и определение исходных установок для ведения огня по цели. Она заключается в производстве расчетов для определения исходных установок для первого выстрела с момента обнаружения цели (получения огневой задачи) до момента открытия огня и включает:

обнаружение, выбор цели, определение дальности (расстояния) до нее, направления и скорости ее движения и величин поправок на ее движение;

выбор типа боеприпаса, оружия и способа ведения огня;

определение направления и скорости движения своей техники и величин поправок на ее движение (при стрельбе с коротких остановок и с ходу);

определение суммарных поправок на отклонение условий стрельбы от нормальных (табличных);

назначение исходных установок для первого выстрела (очереди).

В условиях стрельбы по разным целям можно осуществлять подготовку с неодинаковой степенью точности. По этому признаку подготовку данных разделяют на *полную, сокращенную и глазомерную*.

Основным способом подготовки исходных установок для стрельбы из стрелкового оружия является *глазомерный*, когда дальность до цели определяется на глаз и поправки на незначительные изменения условий стрельбы не учитываются или учитываются приближенно.

Пристрелка цели заключается в отыскании стрельбой установок для перехода к стрельбе на поражение цели.

Сущность пристрелки состоит в том, чтобы на основе полученных наблюдений за местом падения снарядов (гранат) определить положение центра рассеивания¹ относительно цели и найти установки для стрельбы на поражение. Эти установки называют пристрелянными. Пристрелка может производиться по дальности и по направлению.

Пристрелка по дальности заключается в совмещении средней траектории падения пуль (снарядов) с центром цели.

Пристрелка по направлению имеет задачу вывода полета пуль (разрывов) на линию наблюдения «командир – цель» и удержание их на ней во все время пристрелки.

Для стрелкового оружия существует 2 метода пристрелки: пристрелка «по месту» и пристрелка «под обрез».

Пристрелка «по месту» проводится на дистанциях 100, 200, 300 метров (и так далее). При этом стрелок старается совместить среднюю точку попадания с положением планки целика – а из внешней баллистики известно, что пуля начинает постепенно опускаться при увеличении расстояния. Именно поэтому при стрельбе на дистанции 100 метров выстраивается положение «1». Затем расстояние увеличивается до 200 метров, планка целика опускается и принимает положение под цифрой «2». И так до тех пор, пока позволяет дальность эффективной стрельбы и прицельная дальность.

¹ Рассеивание - явление разбрасывания пуль (снарядов, гранат) при стрельбе из одного и того же оружия в практически одинаковых условиях.

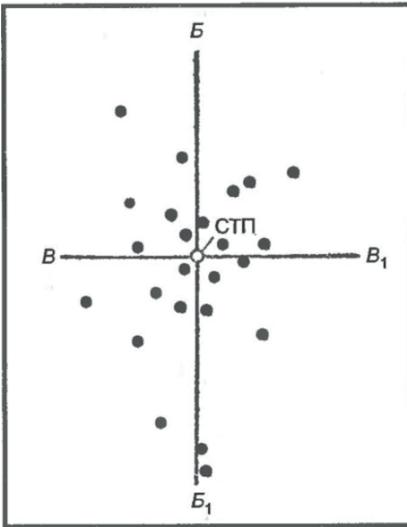


Рис. 15.1. Средняя точка попадания:
 $ВВ_1$ – ось рассеивания по высоте;
 $ББ_1$ – ось рассеивания по боковому
 направлению

Средняя точка попадания (СТП) – термин, имеющий отношение к прикладной баллистике и количественному определению меткости стрельбы, который означает геометрический центр эллипса рассеивания метательных снарядов, представленный на рисунке 15.1, при стрельбе по мишени.

***Метод пристрелки «под обрез»** не учитывает то, что пуля начинает постепенно терять свою траекторию, поэтому целик во всех случаях находится в положении «П» (постоянный прицел). Однако пристреливать оружие на дистанции в 100, 200 и 300 метров все равно придется, чтобы знать, на-*

сколько сильно отклоняется баллистический снаряд от заданной точки в зависимости от расстояния до цели. В дальнейшем эти знания пригодятся, так как на большой дистанции нужно будет целиться чуть выше.

Метод пристрелки оружия «под обрез», с установкой целика на «П» более удобен и универсален. Рекомендация в стрелковых наставлениях использовать именно этот метод объясняется в наибольшей степени таким понятием как «прямой выстрел». Прямой выстрел – это дистанция стрельбы, при которой высота траектории полета пули не выходит за габариты (не превышает размер) цели. Иными словами, целясь «под каблуки» наступающему врагу, стреляющий, в зависимости от калибра, на дистанциях вплоть до 300–400 метров может не вносить поправки в прицел: пуля все равно поразит противника в ногу, живот, грудь или голову.

Стрельба по цели преследует задачу в короткие сроки добиться **подавления, уничтожения** или **разрушения** цели. Она включает:

наводку и производство выстрела (очередь, пуска); наблюдение за результатами стрельбы и корректирование стрельбы.

В отдельных случаях стрельба может быть прекращена по команде командира подразделения.

Огонь на подавление ведется с целью лишить противника боеспособности на некоторый промежуток времени; уничтожение живой силы и техники достигается при этом попутно.

Огонь на уничтожение живой силы, огневых средств и боевой техники ведется с целью лишить противника боеспособности не только на время обстрела, но и после прекращения огня, что достигается нанесением противнику значительного материального урона.

Огонь на подавление или уничтожение может применяться всеми видами огнестрельного оружия. Расход боеприпасов при ведении огня на уничтожение обычно в два-три раза больше, чем при ведении огня на подавление.

Огонь на разрушение ведется с целью привести в негодное состояние оборонительные сооружения, заграждения; выполняется артиллерийскими и танковыми орудиями.

Большое разнообразие целей на поле боя и огневых задач приводит к тому, что в конкретных условиях обстановки каждой цели соответствует свой способ стрельбы. Поэтому для каждого случая разработать конкретные правила подготовки и ведения огня практически невозможно.

Огонь из стрелкового оружия следует вести на дальностях, которые не превышают 800–1000 м, на которых траектории пуль сохраняют настильность и мало изменяются под воздействием внешних условий стрельбы. Это обеспечивает высокую эффективность (действительность) огня¹, особенно сосредоточенного, а на дальностях до 400 м для автоматов и до 800 м для пулеметов обеспечивает надежность поражения одиночных целей, близкую к 90 %, при расходе 15–25 патронов.

¹ Эффективность или действительность огня – условный термин обозначающий меру соответствия достигнутых результатов стрельбы поставленной огневой задаче.

При такой действительности огня современного автоматического стрелкового оружия в боевой обстановке требуется произвести подготовку данных по цели в кратчайшие сроки, часто под воздействием огня противника, когда невозможно произвести какие-либо расчеты на бумаге. Поэтому при подготовке данных для стрельбы всеми военнослужащими должны быть освоены и способы более полных и точных расчетов, и простейшие решения в уме, без записи, с использованием полевых (мнемонических) правил¹.

Подготовка исходных данных для стрельбы из стрелкового оружия включает определение исходных установок прицела (ИУП) или целика (ИУЦ) и точки прицеливания (ТП) с учетом дальности до цели и внешних условий, которые могут оказать влияние на дальность и направление пули.

В теории эффективности вооружения и военной техники цели для стрелкового оружия разделяют на **одиночные** и **групповые** (составные, состоящие из двух и более одиночных целей), которые в зависимости от своего состояния могут быть **неподвижные, появляющиеся и движущиеся**.

К одиночным целям относятся, например, танк, ПТУР, БМП, БТР, пулемет, а к групповым – совокупность целей, расположенных на ограниченной площади, например, группа пехоты, подразделение ПТУР и т.п.

Характерными целями для стрелкового оружия являются расчеты огневых средств, группы стрелков или отдельные солдаты, ведущие огонь из различных положений (лежа, с колена или стоя). Все эти цели в бою редко остаются неподвижными, поэтому стрельба по ним считается стрельбой по появляющимся целям, причем появляющимся, как правило, на очень короткое время. Часто эти цели будут появляться в различных местах, совершать перебежки, переползания, переходы, т.е. будут являться движущимися. К движущимся на-

¹ Мнемотехника, или мнемоника, – это совокупность приемов, увеличивающих объем памяти и облегчающих запоминание информации. В основе мнемонического запоминания лежит визуализация – образное конспектирование, во время которого абстрактные понятия получают визуальные, аудиальные или кинестетические воплощения в памяти.

земным целям для стрелкового оружия относят бронетранспортеры, автомобили, мотоциклы и другие подвижные средства.

В практике стрельбы рассматривают движение цели под курсовым углом – углом, образованным вектором направления движения цели и вектором направления на стреляющего.

Различают, как показано на рисунке 15.2, следующие виды движения цели:

фронтальное движение на стреляющего (или от него), при котором цель движется под курсовыми углами от 0° до 30° ;

фланговое движение, при котором цель движется под курсовыми углами от 60° до 120° ;

косое (облицеское) движение, при котором цель перемещается под курсовыми углами от 30° до 60° .

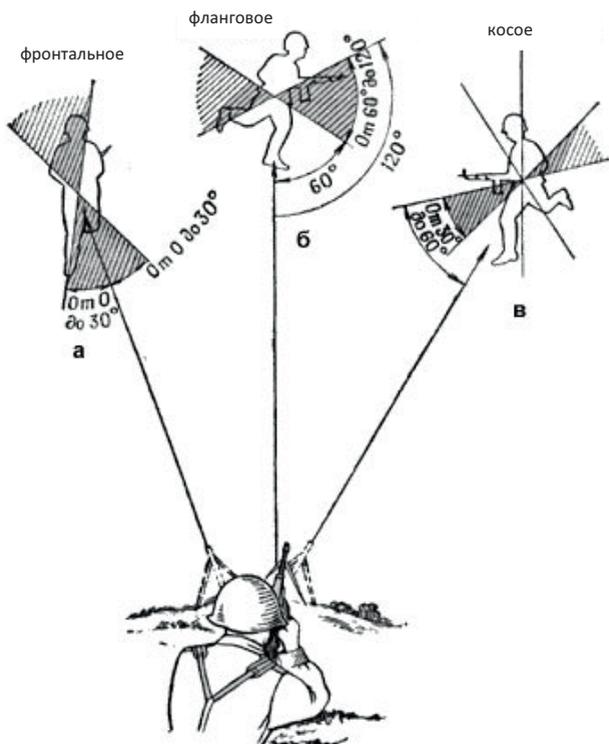


Рис. 15.2. Движение цели

Скорость движения цели определяют, как правило, глазомерным способом исходя из характера ее тактических действий, рельефа местности, погодных и других условий. С учетом указанных факторов средние скорости движения составляют:

1,5–2 м/с для идущего стрелка;

3 м/с для бегущей пехоты;

3–5 м/с для бронецелей, а при развитии успеха – **6–10 м/с**;

8–10 м/с для автомобилей.

Правила стрельбы из стрелкового оружия являются общими. Однако необходимо помнить, что:

применение приемов и способов, изложенных в наставлениях, не исключает использования других, обеспечивающих в данных условиях более быстрое выполнение огневых задач или повышение действенности стрельбы;

знание правил стрельбы дает возможность в любых условиях обстановки выработать и принять рациональное, с точки зрения расхода боеприпасов и времени, решение огневой задачи.

Для качественного выполнения огневых задач необходимо:

иметь исправное и правильно подготовленное к стрельбе вооружение;

непрерывно наблюдать за полем боя;

своевременно обнаруживать цели, умело оценивать их важность, точно и быстро передавать целеуказания;

правильно выбирать оружие и боеприпасы для поражения цели, а также способ ведения огня;

наиболее точно определять исходные установки для стрельбы, а также применять целесообразные приемы наводки и производства очереди (выстрела), наблюдать за результатами огня и умело его корректировать;

умело вести огонь по всевозможным целям в различных условиях боевой обстановки, как днем, так и ночью;

для поражения групповых и наиболее важных одиночных целей применять сосредоточенный огонь;

следить за расходом боеприпасов в бою и принимать меры к своевременному их пополнению.

Непрерывное наблюдение за полем боя ведется в целях получения данных о противнике, действиях своих войск (сил) и об

обстановке в районе ведения боевых действий. Оно позволяет своевременно обнаруживать расположения и действия противника на глубину до 1500 м. Кроме того, в бою необходимо наблюдать за сигналами и знаками командира и за результатами своего огня. Если нет особых указаний командира, наблюдение осуществлять в указанном секторе обстрела на глубину до 1000 м.

Наблюдение может вестись невооруженным глазом и с помощью оптических приборов, при этом особое внимание необходимо обращать на скрытые подступы.

Для удобства наблюдения и последовательного осмотра местности, сектор (полоса) наблюдения по глубине разбивается, как показано на рисунке 15.3 на зоны:

ближнюю – глубиной до 400 м;

среднюю – от 400 до 800 м;

дальнюю – от средней зоны на глубину видимости.

Обзор местности производится тщательно, справа налево, от ближних предметов к дальним, особое внимание обращается на демаскирующие противника признаки. Такими признаками могут быть блеск, шум, качание веток деревьев и кустов, появление новых мелких предметов, изменения в положении и форме местных предметов и т. п.

При использовании бинокля или оптического прицела (применяются только для более тщательного изучения отдельных предметов или участков местности) необходимо принимать меры к тому, чтобы блеском стекол бинокля (оптического прицела) не обнаружить место своего расположения.

Ночью места расположения и действий противника могут быть установлены по звукам и источникам света. Если в нужном направлении местность освещена осветительным патроном или другим источником освещения, быстро осмотреть освещенный участок.

О замеченных на поле боя целях необходимо немедленно доложить командиру и правильно указать их расположение, т.е. выполнить целеуказания.

Основными способами целеуказаний являются: от ориентиров (местных предметов); от направления движения; стрельба патронами с трассирующими пулями (снарядами); стрельба сигнальными ракетами; наведение оружия в цель.

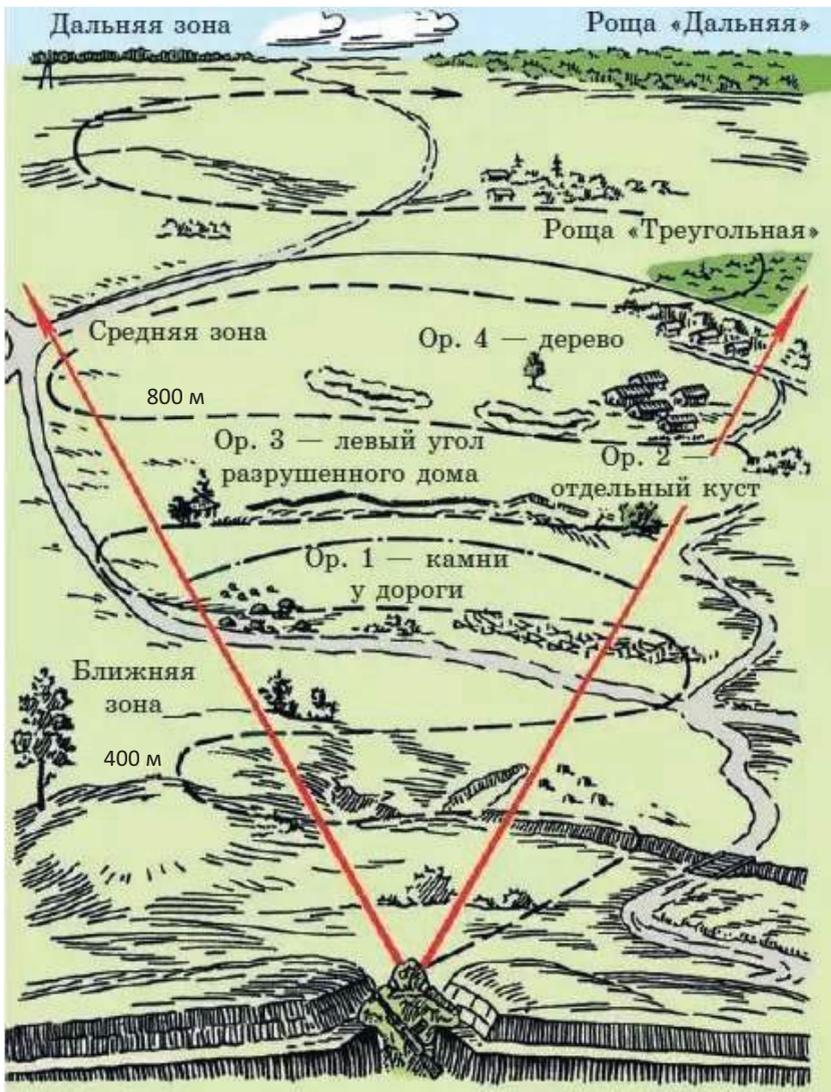


Рис. 15.3. Наблюдение за полем боя

Способы целеуказания от местных предметов, ориентиров и от направления движения продемонстрированы на рисунке 15.4.

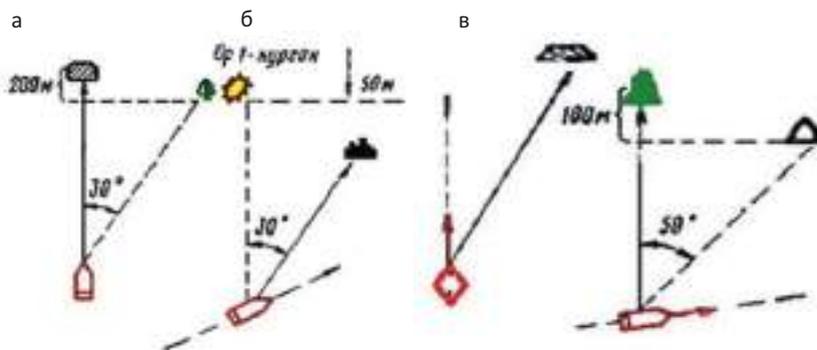


Рис. 15.4. Целеуказание: а – от местного предмета; б – от ориентира; в – от направления движения

При целеуказании от ориентиров (местных предметов) наблюдатель указывает:

- в направлении какого ориентира следует наблюдать цель;
- местоположение цели относительно ориентира (местного предмета) по направлению (вправо, влево – в делениях угломера или «тысячных») и по дальности (дальше, ближе – в метрах);
- наименование и характерные признаки цели;
- направление и скорость движения цели.

Например, (см. рис. 15.4) «Отдельное дерево, влево 30, дальше 200 - БТР, под углом 45, 20 км/ч», «Ориентир 1, вправо 30, ближе 50, пулеметный расчет у куста».

Целеуказание от направления движения применяется, как правило, при нахождении дающего целеуказание и принимающего вместе, совершающих движение в одном направлении (на марше, в разведке и т.п.).

Например, (см. рис. 15.4) «Впереди 800 - танк в окопе», «Впереди 600 - камень, левее 50, дальше 100 - ПТУР».

Целеуказание трассирующими пулями (снарядами) применяется для взаимодействия с боевыми машинами, когда нет возможности передать целеуказание по радио, когда принимающий целе-

указание наблюдателя командир подразделения не может слышать его голос или обстановка не позволяет дать целеуказание другим способом.

При целеуказании трассирующими пулями (снарядами) подающий его предупреждает принимающего, чтобы последний был готов вести наблюдение за направлением прохождения трасс пуль или снарядов, например, «Слева серый камень, наблюдать за трассой». Затем по цели или в ее направлении дается несколько очередей трассирующими пулями. После этого относительно трассы указывается положение цели, например, «Трасса пуль, влево 10 — ПТУР у серого камня». Этот способ не применяется в напряженные моменты боя, когда невозможно различить, какие трассы определяют направление на цель.

Для целеуказания сигнальными средствами – наблюдатель, выпускает в направлении цели под углом 30° две-три ракеты (порядок, цвет и количество ракет устанавливаются заранее), а после их отстрела уточняет положение цели, например: «Вторая ракета, влево 50, дальше 200, у зеленых кустов - танк».

Целеуказание наведением оружия (прибора) в цель применяется, когда рядом с целью нет ориентиров или четко выраженных местных предметов, принимающий и дающий целеуказание находятся в одном месте и у них имеется прибор наблюдения или оружие.

Цель указывается непосредственным наведением в нее перекрестья сетки прибора или центральной прицельной марки оптического (ночного) прицела и докладом. Например, командир гранатометного взвода для целеуказания командиру расчета АГС-17 подходит к гранатомету, установленному на станке, наводит центральный угольник прицела в цель и указывает: «Центральный угольник наведен в цель – безоткатное орудие на автомобиле».

Наиболее характерными целями являются:

для автоматов (пулеметов) - расчеты пулеметов и орудий, группы стрелков или отдельные фигуры, ведущие огонь из различных положений, а также живая сила на автомобилях, мотоциклах;

для снайперской винтовки - офицеры, наблюдатели, снайперы, расчеты орудий и другие цели, наиболее угрожающие своему подразделению;

для ручных противотанковых гранатометов – бронированные цели (танки, бронетранспортеры).

Кроме того, из стрелкового оружия огонь ведется и по воздушным целям.

Цель выбирается и указывается стреляющему, как правило, командиром. Указанную цель стреляющий должен быстро найти и доложить: «Вижу». Если цель не найдена, доложить: «Не вижу» и продолжать наблюдение.

Если стреляющему в бою цель для поражения не указана, он выбирает ее сам. В первую очередь поражаются наиболее опасные и важные цели, например, расчеты пулеметов и орудий, командиры и наблюдатели противника. Из двух равных по важности целей выбирается для обстрела ближайшая и наиболее уязвимая.

Для современного стрелкового оружия, обладающего высокой кучностью боя, поражение цели достигается обычно уже первой очередью. Для овладения искусством поражения цели с первой очереди (выстрела) необходимо в любых условиях стрельбы правильно назначать исходные установки с учетом дальности до цели и поправок на отклонения условий стрельбы от табличных, чтобы средняя траектория проходила как можно ближе к центру цели. Решающим в получении такого результата является точное определение **дальности до цели**.

15.2. Измерение углов и определение расстояний.

Для приближенного определения расстояний стреляющий может применять следующие способы:

- глазомерный;
- по линейным размерам объекта;
- по угловой величине;
- по звуку;
- непосредственным промером местности шагами;
- геометрическими построениями на местности;
- другими способами.

Глазомерный способ является основным, самым простым и быстрым, наиболее доступным в любых условиях боевой обстановки

способом определения расстояний в маневренном бою при дефиците времени.

Навык в быстром и точном определении расстояния на глаз можно приобрести только в результате устойчивых постоянных тренировок. Стрелки должны иметь прочные навыки в определении расстояний до целей в различных условиях - при ярком солнечном свете и в пасмурную погоду, при частичном задымлении местности, ночью (ночью дальность до освещенных целей определяется так же, как и днем).

Для определения расстояния глазомерным способом применяются следующие приемы:

сравнением дальности до цели с дальностью до ориентира, расстояние до которого известно. Если цель обнаружена вблизи ориентира, дальность до которого известна, то при определении дальности до цели необходимо учитывать ее удаление от местного предмета (ориентира);

по отрезкам местности, хорошо запечалившимся в зрительной памяти. Заключается в тренировке зрительной памяти и умении мысленно откладывать на местности хорошо представляемую постоянную величину (50, 100, 200, 500 метров). Определяемая дальность мысленно сравнивается с хорошо запечалившимися в памяти известными отрезками местности с учетом степени видимости целей и местных предметов около них.

по степени видимости и кажущейся величине цели, а также путем сочетания этих приемов. Суть данного приема состоит в том, что удаление цели (объекта) от наблюдателя определяется по тому, насколько отчетливо видна наблюдаемая цель (объект), какое количество подробностей удастся различить, сравнением видимой цели с запечалившимися в памяти размерами данной цели на определенных удалениях.

Для грубой оценки расстояний можно воспользоваться примерными данными в соответствии с таблицей 15.1.

При определении дальности глазомерным способом необходимо учитывать следующие побочные явления, которые влияют на точность определения расстояний:

кажущаяся величина одного и того же отрезка местности с удалением его от стрелка (в перспективе) постепенно сокращается;

Предельные дальности различимости объектов

Объекты и признаки	Предельная различимость (км)
Колокольни, башни, большие дома на фоне неба	15 – 18
Заводские трубы	6
Отдельные небольшие дома	5
Окна в домах без деталей	4
Стволы деревьев, столбы линий связи, люди (в виде точки)	1,5
Движение рук, различается голова	0,4
Черты лица человека, кисти рук, детали стрелкового оружия	0,1

овраги, лощины, речки, пересекающие направление на предмет или цель, скрадывают (уменьшают) дальность;

мелкие предметы (кусты, камни, отдельные фигуры) кажутся дальше, чем находящиеся на том же удалении крупные предметы (лес, гора, колонна войск);

в пасмурный день, в дождь, в сумерки, в туман дальности кажутся увеличенными, а в светлый, солнечный день, наоборот, – уменьшенными;

в горной местности видимые предметы как бы приближаются;

чем меньше промежуточных предметов находится между глазом и наблюдаемым предметом, тем этот предмет кажется ближе, в частности предметы на ровной местности кажутся ближе;

особенно сокращенными кажутся расстояния, определяемые через обширные открытые водные пространства, например, противоположный берег всегда кажется ближе, чем в действительности;

одноцветный, однообразный фон местности (луг, снег, пашня) выделяет и как бы приближает находящиеся на нем предметы, если они иначе окрашены, а пестрый, разнообразный фон местности, наоборот, маскирует и как бы удаляет находящиеся на нем предметы;

при наблюдении лежа предметы кажутся ближе, чем при наблюдении стоя.

По линейным размерам объектов определение расстояний необходимо выполнять в следующей последовательности, как показано на рисунке 15.5:



Рис. 15.5. Определение расстояний по линейным размерам объектов

взять линейку и держать перед собой на расстоянии вытянутой руки (50 см от глаза). Измерить по ней в миллиметрах видимую ширину или высоту предмета, до которого необходимо определить расстояние;

после этого действительную высоту (ширину) предмета, выраженную в сантиметрах, умножить на 5 (постоянное число) и разделить на видимую высоту (ширину), в миллиметрах.

В результате получим расстояние до предмета.

Пример:

Столб, высотой 5 метров (500 сантиметров) закрывает по линейке 40 мм (см. рис. 15.5).

Расстояние до него будет равно: $500 \times 5 : 40 = 62,5$ м.

Линейные размеры некоторых объектов приведены в таблице 15.2.

Таблица 15.2

Линейные размеры объектов

Наименование объектов	Размеры, м		
	высота	длина	ширина
Рост среднего человека	1,65 – 1,75		0,5
Голова без каски	0,25		0,20
Голова в каске	0,25		0,25
Телеграфный столб деревянный	5,0 – 6,0		
Телеграфный столб ЖБ	6,0		
Танк	2,3 – 2,7	6,8 – 7,7	3,2 – 3,7

Наименование объектов	Размеры, м		
	высота	длина	ширина
БТР и БМП	1,8 – 2,0	4,6 – 6,5	2,5 – 2,7
Расстояние между опорами электросети высокого напряжения		100	
Расстояние между столбами линии связи		50 – 60	
Вагон пассажирский	4,25	24 – 25	2,75
Одноэтажный дом с крыши	6 – 8		
Железнодорожная будка	4,0		

По угловым размерам определение расстояния до цели возможно, если известна наблюдаемая линейная величина (высота, ширина или длина) объекта, до которого определяется расстояние. Способ сводится к измерению угла в тысячных.

Тысячная – это единица измерения расстояний по горизонту. Сама по себе тысячная – это очень хорошее и практичное изобретение, которое является расчетной основой в международной стрелковой и артиллерийской практике армий всех стран мира. Понятие тысячной используется для введения горизонтальных поправок, корректирования огня по горизонтали при стрельбе из стрелкового оружия и артиллерийских систем, а также для определения расстояний и дальности до целей.

Как образуется эта самая тысячная? Условно горизонт вокруг нас 360° разбит на 6000 равных частей, как показано на рисунке 15.6. Угол, накрывающий $1/6000$ горизонта, называется одной *шести-тысячной*, или *просто одной тысячной*. В 1 градусе ≈ 17 тысячных.

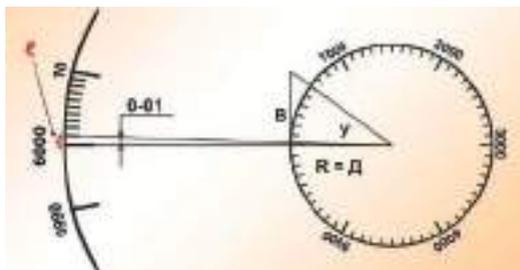


Рис. 15.6. Тысячная

Одна тысячная – постоянная неизменяемая угловая величина, привязанная к метрической системе измерений. На любом расстоянии от стрелка до цели эта самая тысячная составляет одну тысячную часть этого расстояния, развернутую возле цели по фронту. На расстоянии 100 метров от стрелка одна тысячная по горизонту занимает расстояние 10 см, на 200 м – 20 см, на 300 м – 30 см, на 400 м – 40 см и так далее. На дистанции 1 км одна тысячная равна 1 метру.

Точность измерения расстояния этим способом не зависит от атмосферных условий, общего фона и характера местности, а также от места нахождения наблюдателя.

Дальность (расстояние) до наблюдаемого объекта (см. рис. 15.6) определяется по формуле:

$$Д = В \times 1000 / У,$$

где В – высота, длина или ширина наблюдаемого объекта;

1000 – постоянный коэффициент;

У – угол (в тысячных), под которым виден данный предмет.

Для быстрого измерения углов **при помощи угломерной сетки бинокля**, как показано на рисунке 15.7, необходимо определить, между какими делениями угломерной

сетки располагается наблюдаемый объект или измеряемое направление. Умножив количество делений на их цену, наблюдатель получит величину измеряемого угла в «тысячных». Цена одного большого деления бинокля составляет 0–10, малого – 0–05.

Для измерения угла между двумя направлениями следует, наблюдая в бинокль, совместить какой-либо штрих угломерной шкалы с одним из этих направлений и подсчитать

число делений до второго направления. Умножив затем этот отсчет на цену деления, получим величину измеряемого угла в тысячных.

Например, пулемет противника (см. рис. 15.7) расположен правее ориентира (указывает центральное перекрестие горизонтальной и вертикальной шкал) под углом 0–27.



Рис. 15.7. Измерение угла при помощи бинокля

Для измерения углов **с помощью линейки**, необходимо знать, что отрезку в 1 мм, удаленному от глаза на 50 см, соответствует угол в две тысячные (записывается: 0–02).

*В этом легко убедиться из самой сущности понятия тысячной: в данном случае $D = 50$ см (500 мм), т. е. одна тысячная этой дистанции равна 0,5 мм, поэтому **одному миллиметру будет соответствовать угол, равный двум тысячным, т. е. 0–02.***

Тогда легко можно определить расстояние до цели, например, как показано в примере на рисунке 15.8.

Пример: Столб, высотой 5 метров закрывает по линейке 40 мм.

Расстояние до столба будет составлять:

$$D = B \times 1000 / Y = \\ = 5 \times 1000 : 80 = 62,5 \text{ м.}$$

Для измерения углов **подручными предметами** можно использовать палец, ладонь или любой подручный небольшой предмет (спичечную коробку, карандаш и др.), размеры которого в миллиметрах и в тысячных, известны. Некоторые размеры предметов в тысячных приведены в таблице 15.3.



Рис. 15.8. Определение расстояния при помощи линейки

Таблица 15.3

Размеры предметов в тысячных

Наименование предметов	Размер в тысячных
Толщина большого пальца руки	0 – 40
Толщина указательного пальца	0 – 33
Толщина среднего пальца	0 – 35
Толщина мизинца	0 – 25
Патрон по ширине дульца гильзы (7,62мм)	0 – 12
Гильза по ширине корпуса (7,62мм)	0 – 18
Спичечная коробка по длине	0 – 60
Спичечная коробка по ширине	0 – 50
Спичечная коробка по высоте	0 – 30
Толщина спички	0 – 02

Для измерения угла мерка (см. табл. 15.3) выносится на расстояние 50 см от глаза, и по ней путем сравнения определяется искомая величина угла.

Определение расстояний с помощью прицельных приспособлений следует проводить с учетом следующего:

мушка по ширине закрывает в проекции на цель угол в 2 тысячных (0-02);

по высоте мушка закрывает 3 тысячных (0-03);

база прицела – ширина прорези – закрывает 6 тысячных (0-06).

Например, для определения по открытому прицелу дистанции стрельбы по перебегающему пехотинцу, который по своей высоте равен высоте мушки, необходимо учитывать, что высота мушки равна 3 тысячным, а высота перебегающего пригнувшегося пехотинца составляет 1,5 м.

Дальность (расстояние) до перебегающего пехотинца составит:

$$Д = 1,5 \times 1000 : 3 = 500 \text{ м.}$$

Следовательно, если перебегающий пехотинец по высоте будет в два раза больше высоты мушки, дистанция до него будет 250 м. Если в два раза меньше – 1000 м. **Это готовое решение, и его надо запомнить.**

Определение расстояний с помощью прицельных приспособлений производится путем



Д = 100 м



Д = 200 м

сравнения размеров цели по ширине (высоте) с кроющей величиной мушки и прорези прицела, как показано на рисунке 15.9.

Рис. 15.9. Определение расстояний с помощью прицельных приспособлений

Для определения кроющей величины мушки или прорези прицела можно воспользоваться формулой:

$$К = Д \times Р / д,$$

где К – кроющая величина мушки (прорези) в мм;

Д – расстояние до цели в мм;

Р – размер мушки (прорези) в мм;

д – расстояние от глаза до вершины (прорези) мушки в мм.

Кроющая величина мушки автомата на расстоянии 100 м составит:

$$К = 100 \text{ 000} \times 2 / 660 = 303 \text{ мм} = 30 \text{ см.}$$

Определение расстояний **по звуку и вспышке выстрела** позволяет быстро определять расстояния до стреляющих орудий, минометов, пулеметов и других целей, обнаруживающих себя в момент выстрела или взрыва вспышкой и образованием дымовых колец.

Зная скорость распространения звука (зимой – 320 м/с, летом – 340 м/с, при 0°С – 331 м/с) и скорость света (300 тыс км/ч), можно определить расстояние по звуку и вспышке выстрела с помощью секундомера.

Для приближенного определения расстояний можно считать, что: скорость распространения звука в воздухе составляет 330 м/с, т.е. 1 км в 3 с;

свет распространяется мгновенно.

Тогда, отсчитав по секундной стрелке часов время от момента вспышки до момента слухового восприятия звука выстрела или взрыва, определим расстояние до цели.

Пример: Среднее время прохождения звука выстрела составляет 20,5 с.

Расстояние до цели будет: $330 \times 20,5 = 6765$ м.

При нормальном слухе и благоприятных акустических условиях дальность слышимости примерно такая, как показано в таблице 15.4.

Ночью и в условиях ограниченной видимости расстояния часто приходится определять на слух. Для этого надо уметь различать по характеру звуков их источники и знать, с каких примерно расстояний можно услышать эти звуки.

Основными факторами, влияющими на распространение и силу звука, являются: направление и сила ветра; температура и влажность воздуха; характер и расположение складок рельефа; растительность; наличие экранирующих поверхностей, отражающих звук и вызывающих эхо и звуковые обманы.

Наиболее сильно искажаются звуки по силе и направлению вблизи водоемов и в закрытых местах: лесу, горах, оврагах.

Слышимость усиливается, когда ветер дует со стороны источника звука, а также ночью и в ранние утренние часы, в пасмурную погоду, особенно после дождя, у водной поверхности, зимой (при отсутствии снега) и в других случаях, когда улучшается звукопроводимость воздуха.

Пределы слышимости звуков

Вид деятельности противника	Характерные звуковые признаки	Пределы слышимости, м
Шаги человека по грунту		30
Кашель		50
Разговорная речь		100-200
Резкая команда голосом		500-1000
Движение пешего строя по: грунту шоссе	ровный глухой шум	300 600
Отрывка окопов вручную	удары лопат о твердый грунт или камни	500-1000
Движение автомобилей: по грунтовой дороге по шоссе	неравномерный шум двигателей ровный шум двигателей	500 1000-1500
Движение БМП, САУ, танков: по грунту по шоссе	резкий рокот двигателей, лязг гусениц	2000 3000-4000
Стрельба из стрелкового ору- жия очередями		3000-4000
Стрельба из орудий среднего калибра		10000-15000

Звук поглощается, т.е. становится более слабым, в жаркую солнечную погоду, во время снегопада, дождя, в лесу, в кустарнике, на местности с песчаным грунтом. При ослаблении слышимости, расстояния до источников звуков кажутся больше.

При определении расстояний **промером местности шагами** счет шагов ведется, как правило, парами. При приближенном измерении расстояний длину пары шагов принимают равной 1,5 метра.

После каждой сотни пар шагов делается отметка каким-либо способом и счет начинается заново. При переводе измеренного шагами расстояния в метры число пар умножают на величину в метрах одной пары шагов (1,5 метра).

Для более точного измерения расстояния длину шага можно рассчитать по формуле:

$$Д = Р / 4 + 0,37,$$

где:

Д – длина шага человека,

Р – рост человека.

Например, если рост человека 1,75 м, то длина шага:

$$Д = 1,75 / 4 + 0,37 = 0,8 \text{ метра.}$$

15.3. Установка прицела

При точном определении расстояния до цели и **при табличных условиях стрельбы**, представленных в таблице 15.5, прицел назначается *соответственно дальности до цели в сотнях метров*, а точка прицеливания выбирается в центре цели. При этом средняя траектория пройдет через середину цели, как показано на рисунке 15.10, и вероятность попадания будет наибольшей.

Таблица 15.5

Условия стрельбы

Дальность до цели	Исходная установка прицела	Исходная точка прицеливания
100	1	СЦ
200	2	СЦ
300	3	СЦ
400	4	СЦ



Рис. 15.10. Прицеливание

Примечание: СЦ – середина цели.

Но при назначении исходной установки прицела приходится учитывать возможные ошибки определения расстояния до цели. Точность перечисленных способов определения расстояний характеризуется следующими величинами средних ошибок:

при глазомерном способе и по формуле тысячной – 10% Д;
 при определении дальности по карте – 5% Д;
 промером местности шагами и по звуку выстрелов – 4% Д.

При стрельбе из стрелкового оружия, если дальность по цели в сотнях метров, как показано в таблице 15.6, *меньше деления шкалы прицела на 0,5*, то исходную установку прицела необходимо *округлять в большую сторону*, а точка прицеливания выбирается под низ цели, как показано на рисунке 15.11.

Таблица 15.6

Условия стрельбы

Дальность до цели	Исходная установка прицела	Исходная точка прицеливания
150	2	НКЦ
250	3	НКЦ
350	4	НКЦ
450	5	НКЦ

Примечание: НКЦ – нижний край цели.

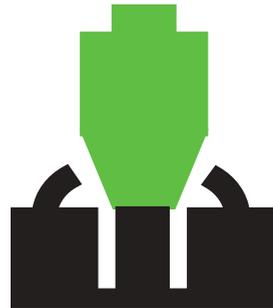


Рис. 15.11. Прицеливание

Для увеличения поражаемого пространства огонь из стрелкового оружия можно вести с установки прицела большей дальности до цели *на 2 и более*, в зависимости от размеров цели и дальности до нее, при этом исходная точка прицеливания – нижний край цели, как показано на рисунке 15.12.

Таблица 15.7

Условия стрельбы

Дальность до цели	Исходная установка прицела	Исходная точка прицеливания
100	2	НКЦ
200	3	НКЦ
300	4	НКЦ

Примечание: НКЦ – нижний край цели.

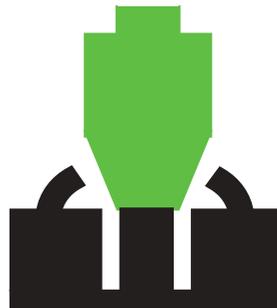


Рис. 15.12. Прицеливание

При стрельбе из стрелкового оружия в напряженные моменты боя, когда условия обстановки не позволяют изменить установки прицела, огонь можно вести *на всю дальность прямого выстрела* с одной установки прицела (соответствующей дальности прямого выстрела), при этом исходная точка прицеливания выбирается **в середину нижнего края цели**.

Таким образом, при стрельбе из стрелкового оружия в нормальных (табличных) условиях стрельбы по неподвижным и появляющимся целям назначают следующие исходные установки: ИУП (исходные установки прицела) – согласно измеренной дальности до цели; ИСП (исходная суммарная поправка) – отсутствует; ИТП (исходная точка прицеливания) – в середину или в нижний край цели.

Однако практически таких условий почти никогда не бывает. Для эффективного ведения огня необходимо учитывать отклонения условий стрельбы от табличных.

15.4. Поправки стрельбы

При повышении окружающей температуры плотность воздуха уменьшается, вследствие чего уменьшается сила сопротивления воздуха и увеличивается дальность полета пули (гранаты). При подъеме на каждые 100м температура понижается на 3°С.

Поправки дальности **на изменение температуры воздуха и заряда** берутся в соответствии с *полевым правилом*:

при стрельбе в летних условиях поправки на изменение температуры воздуха не учитываются;

на дальностях до 400 м никаких поправок в прицел можно не вносить;

при $-25^{\circ}\text{C} < T < 0^{\circ}\text{C}$ точку прицеливания следует выбирать на верхнем краю цели;

при $T < -25^{\circ}\text{C}$ прицел увеличивать на одно деление (Пр+1).

При повышении местности на каждые 100 м атмосферное давление понижается в среднем на 9 мм.рт.ст.

С увеличением атмосферного давления плотность воздуха увеличивается, а, следовательно, сила сопротивления воздуха увеличивается и дальность полета пули уменьшается.

При изменении **атмосферного давления** необходимо пользоваться **полевым правилом**:

на дальностях до 400 м поправки в прицел можно не вносить;

при повышении местности над уровнем моря до 2000 метров – ИТП понижать;

при высоте местности более 2000 метров – ИУП брать «Пр. – 1».

При изменении **угла места цели** необходимо руководствоваться полевым правилом:

на дальностях до 400 м и при углах места цели менее $\pm 20^\circ$ поправки в прицел можно не вносить;

на дальностях свыше 400 м и при углах места цели более $\pm 20^\circ$ прицел следует уменьшать на одно деление.

Поправка при стрельбе по неподвижным и появляющимся целям **при ветре** зависит от его направления и скорости, а также дальности до цели.

Ветром называют движение частиц воздуха вдоль поверхности земли, возникающее в результате неравномерного распределения тепла и атмосферного давления и направленное из зоны высокого давления в зону низкого давления.

В зависимости от направления в стрелковой практике рассматривается ветер:

встречный или *попутный* – дующий на стрелка, либо от него;

боковой (фланговый) – дующий под углом 90° к плоскости стрельбы;

косой (облический) – дующий под острым углом к плоскости стрельбы.

По скорости ветер рассматривается: *слабый* – дующий со скоростью 2–3 м/с; *умеренный* – дующий со скоростью 4–6 м/с; *сильный* – дующий со скоростью 8–12 м/с.

Силу и направление ветра стрелки определяют в основном глазомерным способом по различным местным признакам – с помощью флага, по движению дыма, колебанию травы, кустов и деревьев и т. д. Сила ветра определяется его скоростью в метрах в секунду.

Скорость ветра определяется с достаточной точностью по простым признакам, представленным на рисунке 15.13:

при слабом ветре (2-3 м/сек) носовой платок и флаг колышутся и слегка развеваются;

при умеренном ветре (4-6 м/сек) флаг держится развернутым, а платок развеивается;

при сильном ветре (8-12 м/сек) флаг с шумом развеивается, платок рвется из рук и т. д.

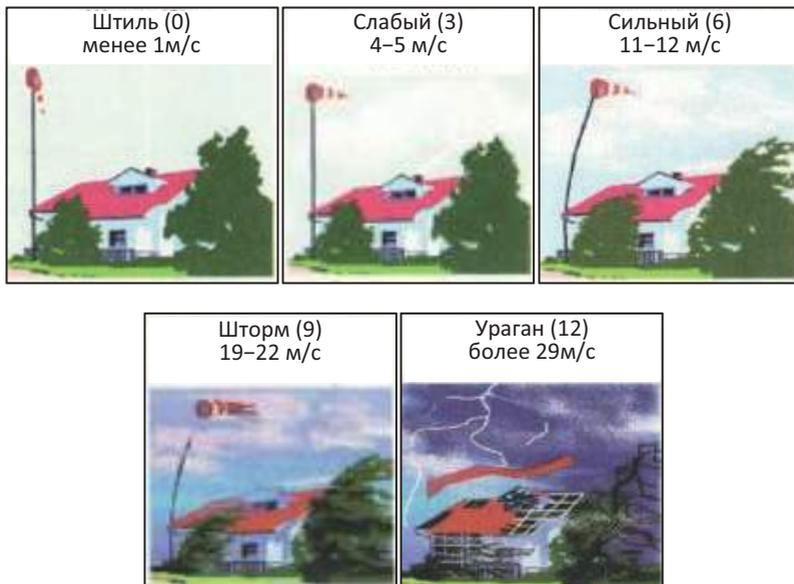


Рис. 15.13. Определение силы ветра в баллах и м/с

Поправки на *встречный (попутный)* ветер учитываются путем повышения (понижения) исходной точки прицеливания.

Поправки на *боковой* ветер и боковую составляющую *косого* ветра рассчитываются путем определения выноса точки прицеливания (ВТП), т.е. расстояния на местности, на которое отклонится под действием бокового ветра пуля, граната от намеченной точки до момента встречи с целью, в фигурах человека, в метрах или угловых величинах (тысячных), при этом отсчет ведется от центра цели.

Основное влияние на отклонение пули оказывает боковой (фланговый) ветер. Чем сильнее боковой ветер, чем ближе к 90°

угол, под которым он дует, и чем дальше цель, тем на большую величину отклонится пуля в сторону от направления стрельбы.

Так, например, боковой ветер скоростью 4 м/с при стрельбе на дальность 500 м отклоняет автоматную пулю калибра 5,45 мм на 0,87 м, а пулю образца 1943 г. – на 1,4 м от плоскости стрельбы. Деривация на эту дальность не учитывается. Поэтому в практике для стрелкового оружия поправки учитывают только на влияние бокового ветра.

Если в бою обстановка не позволяет вносить поправку в целик, то поправка на боковой ветер при стрельбе из пулемета учитывается выносом точки прицеливания.

Расчетный ветер – умеренный.

Поэтому, для выноса точки прицеливания рекомендуется пользоваться полевым мнемоническим правилом: **«Ветер пулю так относит, как от прицела 2 отбросить и разделить на 2»**. Это означает, что при умеренном ветре, дующим перпендикулярно к плоскости стрельбы необходимо брать поправки на вынос точки прицеливания в сторону откуда дует ветер, в фигурах человека, равной разности прицела до цели и постоянной величины 2, деленной на 2.

Поправки меняются в зависимости от силы ветра:

на *сильный* ветер (8–12 м/с) исходную поправку увеличивать в 2 раза;

на *слабый* ветер (2–3 м/с) уменьшать в 2 раза.

Слабый Вынос ТП = (Пр-2)/4

Умеренный Вынос ТП = (Пр-2)/2

Сильный Вынос ТП = Пр-2.

Пример:

Дует слабый фланговый ветер. Дальность до цели 600 метров. Определить вынос исходной точки прицеливания при стрельбе из автомата (в фигурах человека).

Решение:

Прицел будет равен 6, так как дальность до цели 600 метров.

По формуле для слабого флангового ветра получим:

$$V_{\text{ТП}} = (6-2) / 4 = 1.$$

Значит, для поражения цели необходимо вынести точку прицеливания на 1 фигуру человека.

При *косом* ветре (дующем под острым углом к плоскости стрельбы) исходную поправку уменьшать в 2 раза относительно бокового.

Слабый Вынос ТП = $(Pr-2)/8$

Умеренный Вынос ТП = $(Pr-2)/4$

Сильный Вынос ТП = $(Pr-2)/2$.

Таким образом, назначение исходной установки прицела при стрельбе из стрелкового оружия неразрывно связано с выбором точки прицеливания. Так, при установке прицела, соответствующего расстоянию до цели (например, на 500 м прицел «5»), наивыгоднейшей точкой прицеливания по высоте является середина цели.

Однако практически при стрельбе из стрелкового оружия, имеющего открытые механические прицелы, по низким и мелким целям (залегшая или окопавшаяся пехота, наблюдатель в амбразуре дот и т. п.) прицелиться в середину цели часто не представляется возможным – трудно определить середину фигуры, так как мушка закрывает большую часть цели. Поэтому при стрельбе по мелким целям и когда цель плохо видна, точку прицеливания выбирают **на нижнем краю цели**.

15.5. Выбор вида, способа и момента открытия огня. Ведение огня, наблюдение за его результатами и его корректирование

Средством уничтожения (разгрома) противника в бою является огонь.

Огонь – стрельба из различных видов оружия и пуск ракет в обычном снаряжении на поражение или для выполнения других задач. Огонь является основным средством уничтожения противника в бою.

Огонь различается:

по решаемым задачам (на уничтожение; на подавление; на изнурение; на разрушение; на задымление (ослепление) и другие);

по видам оружия (из стрелкового оружия; из гранатометов; из танков (танковых пушек и пулеметов); из боевых машин пехоты (бронетранспортеров); из артиллерийских систем);

по напряженности (одиночными выстрелами; короткими очередями; длинными очередями; непрерывный);

по направлению стрельбы (фронтальный – направленный к фронту цели; фланговый – направленный во фланг цели; перекрестный, ведущийся с двух и более направлений по одной цели);

по тактическому назначению (по отдельной цели; сосредоточенный; кинжальный).

Одиночным огнем поражают близко расположенные или менее важные неподвижные цели, когда времени на выполнение задачи достаточно, цель отлично видна, а особое значение имеет экономичность стрельбы.

Основным видом огня из стрелкового автоматического оружия является стрельба **очередями**.

Огонь очередями менее экономичен, чем стрельба одиночными выстрелами, но, как правило, позволяет решить огневую задачу в кратчайшее время, особенно при недостаточно хороших условиях наблюдения.

Одиночную, ясно видимую цель выгоднее всего обстреливать **короткими** очередями длиной три – пять выстрелов.

Чем опаснее цель и чем дальше она находится, тем **длиннее** должна быть очередь. Рекомендуется на дальности свыше 400 м вести огонь длинными очередями.

Непрерывный огонь применяется в напряженные моменты боя по наиболее важным целям, главным образом групповым.

При выборе вида огня по напряженности надо иметь в виду, что во всех случаях более напряженный огонь быстрее приводит к нагреву ствола и, следовательно, к более быстрому его износу, а также к большему расходованию боеприпасов.

Поэтому, когда огневая задача может быть решена менее напряженным огнем, не следует применять огонь длинными очередями и тем более непрерывный.

Сочетанием огня нескольких огневых средств можно получить **сосредоточенный** огонь.

Особым видом огня для автоматического стрелкового оружия является **кинжальный** огонь, открываемый внезапно с близких расстояний в одном определенном направлении.

Выбор вида огня по направлению осуществляет командир, управляющий огнем нескольких огневых средств. Во всех случа-

ях, организуя систему огня, необходимо заранее предусмотреть возможность ведения наиболее действенных видов – флангового, перекрестного, кинжального и сосредоточенного огня. При обнаружении цели командир для решения огневой задачи должен привлекать те средства, огонь которых будет наиболее выгодным по направлению.

Момент для открытия огня обычно определяется командой командира **«Огонь»**, а при самостоятельном ведении огня – **самим стреляющим** в зависимости от обстановки и положения цели.

Вероятность попадания зависит от размеров цели, величины рассеивания пуль и от точности совмещения центра рассеивания с центром цели. При этом, чем больше размеры цели, меньше рассеивание пуль и точнее совмещены центр цели и центр рассеивания, тем больше вероятность попадания. Наиболее выгодными для открытия огня являются моменты, когда цель можно поразить внезапно с близкого расстояния; когда она хорошо видна и прицелиться можно точнее; когда противник скучился, подставляет фланг или поднимается во весь рост.

Внезапное огневое нападение на противника, в особенности с фланга и с близкого расстояния, оказывает на него сильное моральное воздействие, вызывает панику, нарушение боевых порядков, что позволяет нанести ему наибольшее поражение.

На основании подготовленных исходных данных наводчикам пулеметов, а иногда и автоматчикам командиры отделений (взводов) подают команды для открытия огня.

Общая последовательность подачи команды для открытия огня:

1. **Кому вести огонь.** Например, «Пулеметчику» или «Автоматчикам» и т. п.

2. **Целеуказание.** Например, «Прямо – желтый куст, справа – пулемет» или «Ориентир первый, влево сорок, в окопе – наблюдатель» и т. п.

3. **Установка прицела.** Например, «Три», «Пять» или «Постоянный» и т. п.

4. **Установка целика или величина выноса точки прицеливания в фигурах цели.** Например, «Целик – вправо два» или «Влево две фигуры» и т.п.

5. **Точка прицеливания по высоте.** Например, «В середину», «Под цель» и т. п.

6. **Вид огня по напряженности или количеству патронов.** Например, «Короткими», «Длинными», «Одиночными», «Непрерывным» или «Десятью патронами» и т. п.

7. **Момент открытия огня определяется произнесением слова «ОГОНЬ».**

В каждом конкретном случае содержание команды должно обеспечить правильность уяснения задачи стреляющим и быстроту открытия огня. Подавать команды следует с предельной краткостью, например, «Автоматчикам, по пехоте, пять – огонь», или «Пулеметчику, в траншее пехота – огонь», или «Прямо перебежчик – огонь».

Четкие команды для открытия огня являются важным дисциплинирующим средством.

Приведенная схема подачи команды на открытие огня после твердого усвоения их подчиненными могут упрощаться. Так, могут указываться положение цели и момент открытия огня, все остальные установки опытные подчиненные выполняют самостоятельно.

Основным и наиболее действенным способом ведения огня из стрелкового оружия является **прицельный огонь**, который зависит от умения быстро изготовиться к стрельбе, однообразия и правильности прицеливания, правильного дыхания во время стрельбы, плавного спуска курка с боевого взвода, своевременного ввода поправок и наблюдения за результатами стрельбы.

Для упреждения противника в открытии огня или в случае, когда прицельные приспособления использовать невозможно, ведется **направленный огонь**.

Сущность этого способа стрельбы заключается в том, что оружие наводится в цель по стволу, на глаз; огонь ведется очередями или непрерывный.

При ведении огня, как прицельного, так и направленного, добиться наиболее полного совмещения средней траектории с целью можно только на основании **наблюдения** за результатами стрельбы, за местом падения пуль, положением рикошетов, по трассам или знаку разрыва и по поведению противника.

Таким образом, **наблюдение** за результатами стрельбы ведется для определения результатов поражения цели, а в случае промаха – для оценки отклонения пуль (снарядов, гранат) от цели.

Если первым выстрелом (первой очередью) цель окажется не пораженной, то в исходные установки вводят изменения (*корректируют стрельбу*) с таким расчетом, чтобы обеспечить максимальную вероятность попадания в цель следующим выстрелом (очередью).

Выявление ошибок, допущенных при подготовке исходных данных и направлении оружия в цель, и внесение соответствующих поправок на основании результатов стрельбы называют **корректированием** огня.

Корректирование производится по *дальности* и *направлению*.

Для стрелкового оружия корректирование огня по *дальности* может осуществляться изменением установки прицела или изменением точки прицеливания по высоте.

Наиболее простым для стрелкового оружия является способ корректирования огня изменением точки прицеливания по высоте. Этот способ, наиболее широко применяемый, основан на том, что изменение точки прицеливания по высоте вызывает соответствующее изменение дальности полета пуль. Поэтому, получив, например, перелетную (недолетную) очередь, для уменьшения (увеличения) дальности стрельбы достаточно понизить (повысить) точку прицеливания.

Корректирование огня по направлению и по дальности обычно ведется одновременно.

Для корректирования огня по трассам необходимо, чтобы стрельба велась патронами с обыкновенными и трассирующими пулями в соотношении: на три патрона с обыкновенными пулями один патрон с трассирующей пулей. Патроны с трассирующими пулями в ясную погоду применять не рекомендуется (слабо видны трассы пуль). Стрельба только патронами с трассирующими пулями приводит к повышенному износу канала ствола.

Корректирование проводится для скорейшего выполнения поставленной задачи (нанести поражения определенной цели противника в указанный срок с наименьшим расходом боеприпасов).

Степень соответствия результатов стрельбы поставленной задаче называется **действительностью** стрельбы.

Признаками, указывающими на действительность своего огня, могут служить: потери противника; переход его от перебежек к переползанию; расчленение и развертывание колонн; ослабление или прекращение огня противника, отход его или уход в укрытие.

Действительность (эффективность) стрельбы зависит от: ведения целью ответного огня; выучки стреляющего; плотности огня; положения для стрельбы.

15.6. Правила стрельбы из автомата, ручного пулемета Калашникова

Для достижения наибольшей эффективности стрельбы необходимо выполнять следующие правила.

При стрельбе по неподвижным и появляющимся целям.

Одиночные ясно видимые цели обстреливать короткими и длинными очередями в зависимости от важности цели, ее размеров и дальности до нее. Чем опаснее или чем дальше цель, тем длиннее должна быть очередь. Огонь ведется до тех пор, пока цель не будет уничтожена или не скроется.

Для поражения *появляющейся цели* необходимо, заметив место ее появления, быстро изготовиться к стрельбе и открыть огонь. Быстрота открытия огня имеет решающее значение для поражения цели. Если за время изготовления к стрельбе цель скрылась, при вторичном ее появлении уточнить наводку и открыть огонь.

При стрельбе по *неоднократно появляющейся цели* следует иметь в виду, что она может появиться и в новом месте, поэтому поражение ее будет зависеть от внимательности при наблюдении, быстроты изготовления к стрельбе и открытия огня.

Появляющуюся цель поражать очередями, быстро следующими одна за другой.

Широкую цель, состоящую из неясно видимых фигур или замаскированную, и одиночную замаскированную цель обстреливать с

рассеиванием пуль по фронту цели (маски) или с последовательным переносом точки прицеливания от одного фланга цели (маски) к другому.

Стрельбу по *атакующей живой силе* противника на дальности от 200 м и ближе вести длинными очередями с рассеиванием пуль по фронту цели.

Рассеивание пуль по фронту при стрельбе достигается угловым смещением автомата (пулемета) по горизонту. Быстрота углового перемещения автомата (пулемета) при стрельбе с рассеиванием пуль по фронту цели зависит от дальности стрельбы и требуемой плотности огня. При этом плотность огня во всех случаях должна быть не менее **двух пуль** на каждый метр фронта цели.

Групповую цель, состоящую из отдельных, отчетливо видимых фигур, обстреливать очередями, последовательно перенося огонь с одной фигуры на другую.

При стрельбе по движущимся целям.

При движении цели на стреляющего или от него на дальности, не превышающей дальность прямого выстрела, огонь вести с установкой прицела, соответствующей дальности прямого выстрела. На расстоянии, превышающей дальность прямого выстрела, огонь вести с установкой прицела, соответствующей той дальности, на которой цель может оказаться в момент открытия огня.

При стрельбе по цели, движущейся под углом к направлению стрельбы, точку прицеливания необходимо выбирать впереди цели и на таком расстоянии от нее, чтобы за время полета пули цель продвинулась на это расстояние, т.е. произвести стрельбу с упреждением.

Упреждение – расстояние на местности, на которое перемещается цель за время полета пули (гранаты) до нее.

При стрельбе по движущимся целям упреждение берется в сторону движения цели и может рассчитываться в фигурах человека, в метрах или угловых величинах (тысячных), при этом отсчет ведется от центра цели.

Правильность выбора величины упреждения, в основном, зависит от точности определения направления и скорости движения цели.

Направление движения цели определяется на глаз по ее курсовому углу (углу между направлением движения цели и направлением стрельбы).

Для определения упреждения при стрельбе из автомата (пулемета) по цели пользуются **полевым правилом**:

если цель движется под углом 90° к плоскости стрельбы со скоростью 3 м/с, то при стрельбе из стрелкового оружия под 5,45 мм и 7,62 мм винтовочный патрон: упреждение в фигурах человека (0,5м) равно прицелу; ИУП = Пр;

при движении цели под острым углом к направлению стрельбы упреждение берется:

на курсовых углах $15-25^\circ$ исходное упреждение уменьшается в 4 раза ($K=1/4$);

на курсовых углах близких к 45° упреждение уменьшается в 2 раза ($K=1/2$);

на курсовых углах близких к $60-70^\circ$ упреждение уменьшается в 1,3 раза ($K=3/4$).

Огонь по цели, движущейся под углом к плоскости стрельбы, ведется способом **сопровождения** цели или способом **выжидания** цели (огневого нападения).

При ведении огня способом сопровождения цели автоматчик, перемещая автомат в сторону движения цели, в момент наиболее правильной наводки ведет огонь короткими или длинными очередями в зависимости от дальности стрельбы и от скорости движения цели. При ведении огня способом выжидания цели (огневого нападения) автоматчик прицеливается в точку, выбранную впереди цели, и с подходом цели к этой точке на величину полутора-двух табличных упреждений, прочно удерживая автомат, производит длинную очередь; затем, если цель не будет поражена, выбирает впереди нее новую точку прицеливания, прицеливается и при подходе цели к ней на величину нужного упреждения производит снова длинную очередь и т.д.

Полевое правило при движении цели в зависимости от способа наведения оружия в цель представлено в таблице 15.8.

Применение трассирующих пуль при стрельбе по движущимся целям обеспечивает лучшее наблюдение за результатами стрельбы и возможность уточнения упреждения.

Полевое правило

Способы наведение оружия в цель при движении цели	
методом слежения за целью (сопровождение)	методом выжидания цели (выжидание)
Полевое правило	
Если цель движется под углом 90° к плоскости стрельбы со скоростью 3 м/с, то при стрельбе из стрелкового оружия под 5,45 мм и 7,62 мм винтовочный патрон: упреждение в фигурах человека (0,5м) равно прицелу; ИУП = Пр.	фронтальное (на стрелка или от него), ИУП выбирается в соответствии с той дальностью до цели, на которой окажется цель в момент открытия огня; косое, вносятся поправки в исходные установки и на изменение дальности до цели, и на изменение направления на нее.
<p>При движении цели со скоростью отличной от расчетной упреждение увеличивать (уменьшать) пропорционально изменению скорости цели.</p> <p>На изменение направления движения цели:</p> <p>на курсовых углах $15-25^\circ$ исходное упреждение уменьшается в 4 раза ($K=1/4$);</p> <p>на курсовых углах близких к 45° упреждение уменьшается в 2 раза ($K=1/2$);</p> <p>на курсовых углах близких к $60-70^\circ$ упреждение уменьшается в 1,3 раза ($K=3/4$).</p>	

При стрельбе по воздушным целям.

Огонь из автоматов (пулеметов) по самолетам и парашютистам ведется в составе отделения или взвода на дальности до 500 м/с установкой прицела 4 или «П».

Огонь по самолетам и вертолетам открывается только по команде командира, а по парашютистам – по команде или самостоятельно.

По самолету, пикирующему в сторону стреляющего, стрельбу ведут непрерывным огнем с прицелом 4 или «П», прицеливаясь в головную часть цели или наводя автомат (пулемет) по стволу.

Огонь открывать с дальности 700-900 м.

По самолету, летящему в стороне или над автоматчиком (пулеметчиком), огонь ведется **заградительным** или **сопроводительным** способом.

Огонь **заградительным** способом ведется по низко летящим самолетам, имеющим скорость полета более 150 м/с.

В направлении, указанном в команде, автоматчик (пулеметчик) придает автомату (пулемету) угол возвышения примерно 45° и открывает огонь, удерживая автомат (пулемет) в приданном направлении. Стрельба ведется непрерывно до выхода самолета из зоны огня.

По медленно летящим воздушным целям – вертолетам, транспортным самолетам – огонь ведется способом *сопровождения цели*. Упреждение определяется и отсчитывается в видимых размерах цели (в фигурах) с учетом данных приведенных в таблице 15.9.

Таблица 15.9

Упреждение в зависимости от дальности стрельбы

Цель и скорость	Упреждение при дальности стрельбы, м					
	100		300		500	
	Упреждение					
	в метрах	в корпусах цели	в метрах	в корпусах цели	в метрах	в корпусах цели
Вертолет, 50 м / с	6	1	21	3	39	5
Транспортный самолет, 100 м / с	13	1	43	3	79	5

При ведении огня способом сопровождения цели автоматчик (пулеметчик) удерживает линию прицеливания впереди самолета (вертолета) на величину нужного упреждения и производит длинную очередь.

При корректировании огня по трассам следует иметь в виду, что трассы, направленные в самолет, кажутся стреляющему идущими выше самолета и несколько впереди его.

Огонь по парашютистам ведется длинными очередями.

Точку прицеливания выносить в направлении снижения парашютиста на величину, указанную в таблице 14. Отсчет упреждения производится от середины фигуры парашютиста.

Вынос точки прицеливания

Дальность стрельбы, м	100	200	300	400	500
Вынос точки прицеливания, в фигурах	под ноги	1	2	3	4

При стрельбе ночью и в условиях ограниченной видимости.

Стрельба ночью *по освещенным целям* производится так же, как и днем. Во время освещения местности автоматчик (пулеметчик), обнаружив цель, быстро устанавливает прицел, прицеливается и производит очередь.

При кратковременном освещении цели (например, местность освещается осветительными патронами) огонь надо вести с прицелом 4 или «П», прицеливаясь под цель, если дальность до цели не более 400 м, и в верхнюю часть цели, если цель находится на дальности более 400 м. Во избежание временного ослепления нельзя смотреть на источник освещения.

Стрельба *ночью по цели, обнаруживающей себя вспышками выстрелов*, ведется с установкой прицела 4 или «П» длинными очередями. Огонь открывается в тот момент, когда вспышки выстрелов видны в центре предохранителя мушки и на гривке прицельной планки.

Для стрельбы *по цели, силуэт которой виден на фоне неба, зарева пожара, снега*, надо автомат (пулемет) направить рядом с целью на светлый фон и взять ровную мушку. Затем, перемещая автомат, подвести линию прицеливания в середину силуэта и открыть огонь. Стрельба ведется длинными очередями.

При стрельбе *по целям, видимым на темном фоне* (лес, кустарник), наводка автомата (пулемета) производится по стволу.

При заблаговременной подготовке к стрельбе ночью из автомата в бру- сфере вырезается желоб с таким расчетом, чтобы уложенный в него автомат был направлен в рубез вероятного появления противника; ползки ног сошки пулемета ограничиваются кольшками, так чтобы они могли совершать необходимые продольные пере-

мещения; перемещение автомата, (пулемета) по боковому направлению в заданном секторе ограничивается колышками; положение автомата (пулемета) по высоте фиксируется слоем дерна (плотного снега, доской с вырезами и т. д.), подложенного под пистолетную рукоятку.

Для лучшего корректирования огня при стрельбе ночью целесообразно применять патроны с трассирующими пулями.

Стрельба по целям, находящимся в непосредственной близости от автоматчика (пулеметчика) и обнаружившим себя звуком, ведется длинными очередями с направлением автомата (пулемета) по стволу в сторону звука.

Стрельба по целям, находящимся за дымовой завесой или маской, ведется длинными очередями с рассеиванием пуль по фронту.

Стрельба в условиях радиоактивного, химического и биологического заражения ведется в индивидуальных средствах защиты. Стрельба в противогазе ведется длинными очередями. Если при стрельбе прорезь прицельной планки и мушка не видны, наводка автомата (пулемета) производится по стволу. При ведении огня на местности, зараженной радиоактивными, отравляющими или биологическими средствами, следует предохранять от них в первую очередь те части автомата (пулемета), с которыми приходится соприкасаться при стрельбе. Правила стрельбы те же, что и для стрельбы в обычных условиях. После выхода из зараженного участка местности при первой возможности необходимо провести дезактивацию (дегазацию или дезинфекцию) автомата (пулемета).

При стрельбе из автомата и ручного пулемета на ходу.

Стрельба из автомата и ручного пулемета на ходу ведется с короткой остановки и без остановки.

Стрельба из автомата и ручного пулемета **с короткой остановки** прицельным огнем ведется по тем же правилам, что и при стрельбе с места.

Стрельба на ходу ведется **навскидку** или **с прикладом, прижатым к боку**.

Стрельбу **навскидку** можно вести **с короткой остановки**. Стреляющий останавливается и в момент постановки левой ноги на землю одновременно упирает приклад в плечо (вскидывает оружие),

не приставляя правой ноги, прицеливается, производит одну-две очереди (выстрела), опускает автомат, продолжает движение. Для стрельбы навскидку *без остановки* вскинуть автомат к плечу, направить его в цель и, продолжая движение, открыть огонь.

Стрельба *с прикладом, прижатым к боку*, ведется без остановки. Стреляющий правой рукой прижимает приклад к правому боку или упирает затыльник в плечевую часть правой руки у локтевого сустава, направляет оружие в цель и, не прекращая движения, открывает огонь.

Стрельба на ходу из-за значительных и постоянных колебаний ведется, как правило, **в пределах дальности прямого выстрела**. Прицел при этом устанавливается согласно этой дальности и в ходе стрельбы может не меняться. Точка прицеливания по высоте выбирается на уровне нижнего края цели, а по боковому направлению в зависимости от характера цели.

При движении *на автомобиле* точка прицеливания по высоте выбирается на уровне нижнего края цели, а по боковому направлению - в зависимости от скорости и направления движения машины и от характера цели (появляющаяся или движущаяся). При ведении огня поверх переднего (заднего) борта или под углом не более 30° к направлению движения автомобиля точку (прицеливания по появляющимся целям в безветренную погоду, как правило, за пределы цели не выносить.

Запас патронов автоматчики (пулеметчики) носят в магазинах и обоймах, уложенных в сумки. Обеспечение патронами автоматчиков (пулеметчиков) в бою производится подносчиками патронов, выделенными командиром подразделения. По израсходовании половины носимого запаса автоматчик (пулеметчик) докладывает об этом командиру отделения. Один магазин к автомату и три магазина к пулемету, снаряженных патронами, должны быть всегда у автоматчика (пулеметчика) как неприкосновенный запас, который расходуется только с разрешения командира.

Таким образом, для успешного выполнения огневой задачи в современных условиях для каждого военнослужащего необходимо овладение искусством поражения цели с первой очереди (выстрела), а это значит: в любых условиях стрельбы правильно назначать

исходные установки с учетом дальности до цели и поправок на отклонения условий стрельбы от табличных.

Для ведения прицельного огня необходимо уметь выбрать вид, способ и момент открытия огня, своевременно его корректировать. Для достижения наибольшей действительности огня каждый военнослужащий должен знать правила ведения огня.

Только знанием правил стрельбы из своего оружия, их применением в бою можно успешно выполнить поставленную боевую задачу.

Вопросы для контроля и самопроверки:

1. Как последовательно может быть решена огневая задача?
2. Что включает предварительная подготовка к стрельбе?
3. Что включает непосредственная подготовка к стрельбе?
4. Какие задачи стрельбы по цели могут быть поставлены?
5. Порядок наблюдения за местностью?
6. Какие существуют способы подачи целеуказаний?
7. Какие существуют способы определения расстояний?
8. Какие приемы используются для определения расстояний глазомерным способом?
9. В чем заключается сущность определения расстояний по звуку и вспышке выстрела?
10. Какие поправки необходимо вносить при изменении температуры воздуха и атмосферного давления?
11. Как ветер по направлению влияет на результаты стрельбы?
12. Какие различают способы огня по цели, движущейся под углом к плоскости стрельбы?
13. Какие существуют виды огня по напряженности?
14. Когда применяется одиночный огонь?
15. Какие известны виды огня по направлению?
16. Какие известны виды огня по тактическому назначению?
17. В чем заключается сущность кинжального огня?
18. Какова последовательность подачи команды для открытия огня?
19. В чем заключается сущность ведения прицельного и направленного огня?

20. Для чего ведется наблюдение за результатами стрельбы?
21. Что такое корректирование результатов стрельбы?
22. Какие признаки могут указывать на действительность своего огня?
23. Что следует понимать под упреждением цели?
24. В чем заключается сущность стрельбы способом сопровождения цели?
25. В чем заключается сущность стрельбы способом выжидания цели?
26. Какие возможны способы стрельбы на ходу?

Заключение

Вы изучили основные положения Общевоинских уставов Вооруженных Сил Российской Федерации, требования Строевого устава Вооруженных Сил Российской Федерации, основы и правила стрельбы из стрелкового оружия, материальную часть стрелкового оружия и ручных гранат.

Вы научились применять положения Общевоинских уставов Вооруженных Сил Российской Федерации при организации повседневной деятельности подразделения, выполнять строевые приемы с оружием и без оружия, управлять строями подразделения, применять стрелковое оружие и ручные гранаты по назначению.

Вы овладели навыками применения положений Общевоинских уставов Вооруженных Сил Российской Федерации при организации повседневной деятельности подразделения, командами и способами управления строями подразделения.

Знания, умения и навыки, полученные Вами, студентами военного учебного центра, на первом этапе обучения по общевоинской подготовке будут способствовать расширению вашего кругозора, систематизации знаний в отрасли науки «Военная наука».

Литература

1. Алтынбаев В. Н. Требования безопасности при эксплуатации вооружения и военной техники и проведении занятий по боевой подготовке : учебное пособие / В.Н. Алтынбаев. – Ульяновск : УлГТУ, 2003. – 64 с.
2. Губин С. Г. Баллистика : учебное пособие / С.Г. Губин, С.А. Горовой. – Новосибирск : Сибирская государственная геодезическая академия, 2005. – 562 с.
3. Дисциплинарный устав Вооруженных Сил Российской Федерации. – Москва : Воениздат, 2007. – 56 с.
4. О государственной тайне : Закон Российской Федерации № 5485-1. – Москва, 1993 г.
5. Наставления по стрелковому делу. – Москва : Военное издательство, 1985. – 640 с.
6. Общевоинские уставы Вооруженных Сил Российской Федерации. – Москва : Воениздат, 2021. – 610 с.
7. Огневая подготовка : учебник / С.В. Баин и др. ; под ред. В.Н. Миронченко. – Москва : Военное издательство, 2011. – 416 с.
8. Руководство по 5,45-мм автоматам Калашникова АК74, АК74М, АКС74, АКС74У, АК74Н, АК74Н1, АК74Н2, АК74Н3, АКС74Н, АКС74Н1, АКС74Н2, АКС74Н3, АКС74УН2 и 5,45-мм ручным пулеметам Калашникова РПК74, РПК74М, РПКС74, РПК74Н, РПК74Н1, РПК74Н2, РПК74Н3, РПКС74Н, РПКС74Н1, РПКС74Н2, РПКС74Н3. – Москва : Военное издательство, 2001. – 256 с.
9. Руководство по обеспечению безопасности военной службы в Вооруженных Силах Российской Федерации. – Москва : Воениздат, 2015. – 56 с.
10. Строевой устав Вооруженных Сил Российской Федерации. – Москва : Воениздат, 2006. – 94 с.
11. Устав внутренней службы Вооруженных Сил Российской Федерации. – Москва : Воениздат, 2007. – 234 с.
12. Устав гарнизонной и караульной служб Вооруженных Сил Российской Федерации. – М.: Воениздат, 2007. – 218 с.

Учебное издание

**БОРИСОВ Алексей Геннадьевич,
АНИСТРАТЕНКО Карина Викторовна,
ЛУБАШЕВ Евгений Юрьевич,
ОГОЛЬ Иван Николаевич
ЯЩЕНКО Олег Валентинович**

ОБЩЕВОЕННАЯ ПОДГОТОВКА

В двух частях

ЧАСТЬ 1

Компьютерная верстка *Е. А. Солоненко*